

MAÍZ PARA
C@LOMBIA
Visión 2030

MAÍZ PARA COLOMBIA

Visión 2030





MAÍZ PARA COLOMBIA

Visión 2030

CIMMYT

Bram Govaerts, Director Global de Desarrollo Estratégico y Representante Regional para las Américas
Daniela Vega, Coordinadora de Programa y Oficial de Enlace
Xiomara Chávez, Especialista en Desarrollo Estratégico de Hubs
Luis Narro, Consultor Científico CIMMYT – Colombia
Félix Manuel San Vicente, Científico Mejorador de Maíz para América Latina
Natalia Palacios, Científico Especialista en Calidad Nutricional de Maíz y Responsable del Laboratorio de Calidad de Maíz
Mercedes Pérez, Especialista en Desarrollo Estratégico
Gabriela González, Gerente de Proyectos
Paulina Ortega, Consultora para Proyectos Públicos y Privados
Andrea Carvajal, Especialista en Generación de Contenidos y Difusión
Alba Lucía Arcos, Asociado de Investigación
Janeth Bolaños, Analista Administrativa y Financiera
Néstor Romero, Asistente de Investigación
Joel Bolaños, Técnico
Yeison Fabián Vanegas, Trabajador

CIAT

Ruben Echeverría, Director General
Andy Jarvis, Director del Área de Investigación en Análisis de Políticas (DAPA)
Daniel Jiménez, Científico de Datos
Julián Ramírez-Villegas, Científico de Impactos del Clima
Wietske Kropff, Coordinadora de Agricultura Digital
Carlos E. González, Asociado de Investigación en Economía
Carlos Navarro-Racines, Asociado de Investigación en Clima y Agricultura
Leonardo Ordóñez, Asistente de Investigación en Modelación de Maíz
Steven D. Prager, Científico Principal en Modelación Integrada
Jeimar Tapasco, Economista Agrícola Senior

PANEL DE EXPERTOS

Carlos Galeano, Investigador Ph.D. Red de Raíces y Tubérculos – AGROSAVIA
Marilía Nutti, Directora Regional Latinoamérica y el Caribe – HarvestPlus
Julián Ramírez-Villegas, Científico de Impactos del Clima – CIAT
Henry Vanegas, Gerente General – Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE)
Laura Pasculli, Directora Cámara de la Industria de Alimentos Balanceados – Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI)
Yadira Peña, Investigadora, Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras – Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)
Daniel Aguilar, Director Técnico Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras – Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)

TRADUCCIÓN

Sophie Álvarez

EDITOR

Eduardo Figueroa

DISEÑO

Ángel Aguilar, CIMMYT / Lucelly Anacondas, CIAT

FOTOGRAFÍAS

CIMMYT / CIAT

FECHA DE IMPRESIÓN

Julio de 2019

ISBN: 978-958-694-222-5



Índice de Contenidos

1. Introducción	7	5. Motores de Cambio	49
1.1 El reto de la productividad del maíz en Colombia	8	5.1 Motor 1. Adopción de semilla mejorada	49
1.2 ¿Qué es Maíz para Colombia?	10	5.2 Motor 2. Seguridad nutricional	57
1.3 Metodología	11	5.3 Motor 3. Agricultura sostenible adaptada al clima	63
1.4 Consulta participativa: Resultados	12	5.4 Motor 4. Redes de acompañamiento a la innovación	69
2. ¿Dónde estamos?	15	5.5 Motor 5. Vinculación de productores competitivos al mercado	75
2.1 Demanda	15	6. 15 Acciones: Plan estratégico para pasar de los escenarios a la acción	81
2.2 Producción	18	7. Conclusión	87
2.3 Autosuficiencia e importaciones	24	8. Anexo 1. Memoria del Taller de Escenarios	91
2.4 Seguridad Alimentaria	26	8.1 ¿Cuál es el futuro del maíz en Colombia?	92
3. ¿Hacia dónde vamos? Proyección 2030	28	8.2 ¿Cómo lograr un futuro mejor?	93
3.1 Área destinada para la producción de maíz	30	Motores de cambio	93
3.2 Áreas aptas para producción de maíz en 2030	32	8.3 Mesas de trabajo	94
3.3 Rendimiento 2030	33	Encuesta del Taller de Escenarios	105
3.4 Producción 2030	37	Lista de Asistencia de Participantes del Taller de Escenarios	109
3.5 Demanda 2030	38		
3.6 ¿Qué ocurre si no actuamos hoy?	39		
4. ¿Cómo lograr un futuro mejor?	43		
4.1 Cambiar por el bien común	44		
4.2 Metodología para el cambio	44		



1. Introducción

En Colombia, el maíz es el tercer cultivo con mayor superficie de siembra después del café y el arroz. A pesar de ello, es el país con mayor volumen de importaciones en Suramérica y el séptimo en el mundo¹.

El maíz es uno de los cultivos más relevantes en el sector agroalimentario en Colombia. La producción de maíz aumentó 76% entre 1961 y 2016, mientras la demanda creció a un ritmo más acelerado que la producción. En 2012, se alcanzó un máximo histórico de producción de 1.8 Mt (millones de toneladas). De acuerdo con los datos más recientes, la producción cayó a 1.6 Mt (2016)². En ese mismo año, se importó el 74% de la demanda nacional³, es decir, 4.6 Mt de las 6.2 Mt que se requieren en el país. De mantenerse dicha tendencia, se espera que la producción crezca alrededor de 6% y la demanda en 9% entre 2018 y 2030⁴.

El maíz tiene una dimensión social importante en la alimentación de millones de colombianos, aportando el 9% del suministro diario de energía de su dieta, a través del consumo de alimentos como arepas y mazamorra, entre otros. En promedio, un colombiano consume 30 kg de maíz al año. Sin embargo, la demanda creciente de este grano responde en mayor medida al consumo de proteína animal de este cereal. Y a su vez, esta demanda se explica por el incremento significativo en el consumo de productos de origen animal, que ha aumentado drásticamente en los últimos años⁵. Los patrones de consumo en la alimentación de los colombianos responden a los cambios en el ingreso, y por tanto, en sus hábitos de consumo y el gasto en productos animales de la población global.

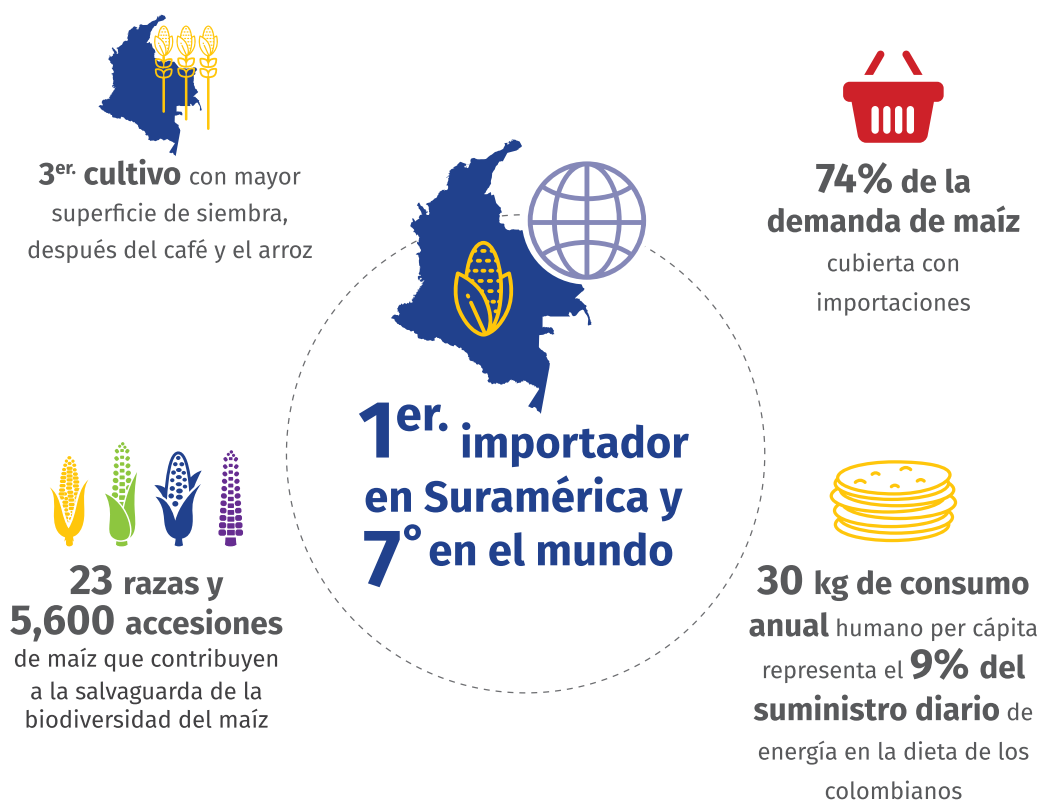


FIGURA 1.1 COLOMBIA: ACTOR CLAVE EN EL MERCADO DE MAÍZ

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO y DIAN.

1 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

2 Dato simplificado para fines de redacción; la producción total es de 1,643,908 toneladas con datos de FENALCE, 2016.

3 Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN).

4 Proyección CIAT, 2018.

5 FAO.

Por su lado, la producción también es parte de una dimensión social y económica importante. Cohabitan dos sistemas de producción de maíz en el país: tecnificado y tradicional. El sistema de producción de maíz tecnificado se caracteriza por monocultivos de más de 5 hectáreas (ha) con disponibilidad de agua para riego en algunos casos y uso de tecnologías basadas en la mecanización, para la preparación del suelo, uso de semillas mejoradas, fertilizantes y plaguicidas químicos⁶. En Colombia, este sistema representa el 48% del área destinada para la producción de maíz, con una producción de 1.2 Mt⁷ y un rendimiento promedio de 5.4 t/ha (toneladas por hectárea), dadas sus características principales de cultivo⁸. Por su parte, el sistema de producción tradicional se caracteriza por áreas de siembra menores a las 5 ha, en donde el cultivo se basa en el uso de una amplia diversidad de variedades nativas y no utilización de híbridos, debido a las dificultades económicas para su acceso. Así mismo, las tecnologías para la siembra se basan en el arado con azadón y chuzo⁹. En este sentido, a pesar de contar con el 52% del área destinada para la producción de maíz, se produce menos que en el sistema tecnificado, alcanzando una producción de 0.5 Mt, y un rendimiento promedio de tan solo 2 t/ha¹⁰.

1.1. El reto de la productividad del maíz en Colombia

A pesar de su relevancia, Colombia presenta bajos índices de productividad promedio de maíz en comparación con los principales países productores. En 2016, el rendimiento promedio para maíz en Colombia se situó en 3.6 t/ha, mientras que en Estados Unidos fue de 11 t/ha, siendo el promedio mundial de 5.4 t/ha (Tabla 1.1).

Desde la apertura a las importaciones, la demanda de maíz aumentó de manera significativa. Entre 1991 y 2016 la demanda creció en 515%. En ese mismo período, sin embargo, de acuerdo con

TABLA 1.1 RENDIMIENTOS PROMEDIO DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN DIFERENTES PAÍSES/REGIONES

Fuente: Elaboración propia con base en información de USDA, World Agricultural Production Report, 2018.

País/Región	2016/2017		
	Producción (Mt)	Rendimiento (t/ha)	Proporción mayor al rendimiento de Colombia
Estados Unidos	384.8	11.0	3 X
Canadá	13.9	9.8	2.7 X
Turquía	5.5	9.7	2.7 X
Argentina	29.5	8.0	2.2 X
Egipto	6	8.0	2.2 X
Unión Europea	61.9	7.2	2 X
Ucrania	28.0	6.6	1.8 X
China	263.6	6.0	1.7 X
Sudáfrica	17.6	5.9	1.6 X
En todo el mundo	1,122.5	5.8	1.6 X
Brasil	98.5	5.6	1.6 X
Rusia	15.3	5.5	1.5 X
Vietnam	5.1	4.6	1.3 X
Paquistán	6.13	4.6	1.3 X
Tailandia	5.2	4.5	1.2 X
México	27.6	3.7	1 X
Colombia	1.6	3.6	

6 Quintero, L., 1999. La producción y comercialización de granos y algodón en Colombia. Bolsa Nacional Agropecuaria. Le'Print Club Express. Bogotá, Colombia.

7 Dato simplificado para fines de redacción; el dato total de producción promedio del sistema tecnificado es de 1,165,943 t y 477,965 t para sistema tradicional, acorde con datos de FENALCE, 2016.

8 Datos FENALCE, 2016.

9 Quintero, 1999.

10 Datos FENALCE, 2016.

datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE), la producción aumentó en 27% con fluctuaciones significativas a lo largo de 25 años. En otras palabras: *Colombia consume maíz a un ritmo mayor al que lo produce, dependiendo cada vez más de las importaciones desde Estados Unidos, principalmente.*

Dicho aumento en la demanda, caracterizada en los últimos años por un incremento en el consumo de maíz amarillo, se explica por la alta demanda de productos avícolas en la dieta de los colombianos, lo que significa un aumento del 34% en las importaciones tan solo de maíz amarillo. Incrementar la productividad del sector es necesario para brindar a productores nacionales la oportunidad de participar competitivamente en el mercado nacional, mejorando sus ingresos, el bienestar de sus familias y el de la población colombiana, al acceder a productos de origen animal a precios más bajos.

La vulnerabilidad y los riesgos actuales que amenazan la estabilidad y el crecimiento de la producción nacional de maíz, exigen modificar las estrategias utilizadas hasta la fecha. Tan solo con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio, el ingreso de cereales como el maíz a menores costos, provenientes de Estados Unidos, ha representado para el sector maicero pérdidas para la competitividad de los cereales nacionales. Estos efectos han buscado ser mitigados por el gobierno, mediante la oferta de créditos para la inversión en maquinaria, estímulos por tonelada cosechada, entre otros apoyos para el productor colombiano, como fue el Plan País Maíz 2010, implementado por FENALCE, para potenciar la oferta de maíz amarillo; o como fue el Plan Colombia Siembra 2015-2018 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), orientado a generar más y mejores ingresos ampliando las áreas sembradas del país en 1 Mha¹¹.

No obstante, los esfuerzos del país para incentivar la producción nacional de maíz y lograr ser competitivos no han sido suficientes. Si a esto se suman las tendencias globales del incremento de consumo de proteína animal y su consecuente demanda de maíz, así como los efectos del cambio climático sobre el cultivo, el problema podría agravarse en el futuro si se incrementa la brecha entre la demanda y la producción nacional. El reto consiste, por tanto, en aumentar la productividad y competitividad del maíz en Colombia de manera sustentable, principalmente de maíz amarillo, e incrementar la productividad de sistemas tradicionales, sin que esto empeore el medio ambiente o las condiciones de vida de la población rural.

¹¹ Tróchez González, J., Valencia, M., & Salazar Uribe, J. (2018). Los efectos del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y los precios del maíz colombiano. *Apuntes del CENES*, 37(65), 151-172. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01203053.v37.n65.2018.5988>



1.2. ¿Qué es Maíz para Colombia?

Maíz para Colombia (MpCo) es un plan estratégico liderado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el cual involucra a diferentes niveles de gobierno, centros de investigación nacionales e internacionales, sociedad civil, gremios de productores y al sector privado, para diseñar un mejor futuro del maíz en el país con base en un objetivo común: *aumentar la productividad y rentabilidad del maíz de manera sustentable, preservando su biodiversidad y mejorando el uso de recursos.*

MpCo propone un espacio de debate institucional y participativo en torno a tres preguntas medulares: (1) *¿Dónde estamos?* - Identificando retos y tendencias actuales que afectan al cultivo del maíz en Colombia; (2) *¿Hacia dónde vamos?* - Proyectando el escenario *statu quo* de estas tendencias a 2030 y analizando escenarios más pesimistas y más optimistas, y (3) *¿Cómo lograr un futuro mejor?* - Definiendo las condiciones y motores para lograr un cambio positivo y, por tanto, un escenario deseable, yendo así de la visión a la práctica, a través de un proceso de consulta participativa.

El resultado de este proceso participativo se refleja en el presente informe **“Maíz para Colombia: Visión 2030”**, el cual consta de dos partes. En la primera parte se presenta la situación actual y tendencias de consumo, producción, autosuficiencia e importaciones, y su proyección a 2030, asumiendo que dichas tendencias se mantendrán; es decir, de conservarse el *statu quo*, con un enfoque en la variabilidad climática. Es importante resaltar que los Escenarios 2030 no representan un escenario deseable, sino que son consecuencia de no modificar los procesos de producción ni las tendencias de consumo. Se utilizó el modelo IMPACT¹² que incluye un sistema de modelos integrados en torno a un modelo económico multimercado de producción, comercio, demanda y precios globales de materias primas agrícolas. Este ejercicio permite comparar un futuro altamente probable si no se actúa para influenciar o incluso revertir las tendencias actuales, con otros escenarios más positivos, pero no por ello menos alcanzables, los cuales requieren de acciones coordinadas a favor del cambio. El resultado de este análisis proporciona las bases para desarrollar estrategias, con miras a transformar el mercado del maíz en Colombia a largo plazo.

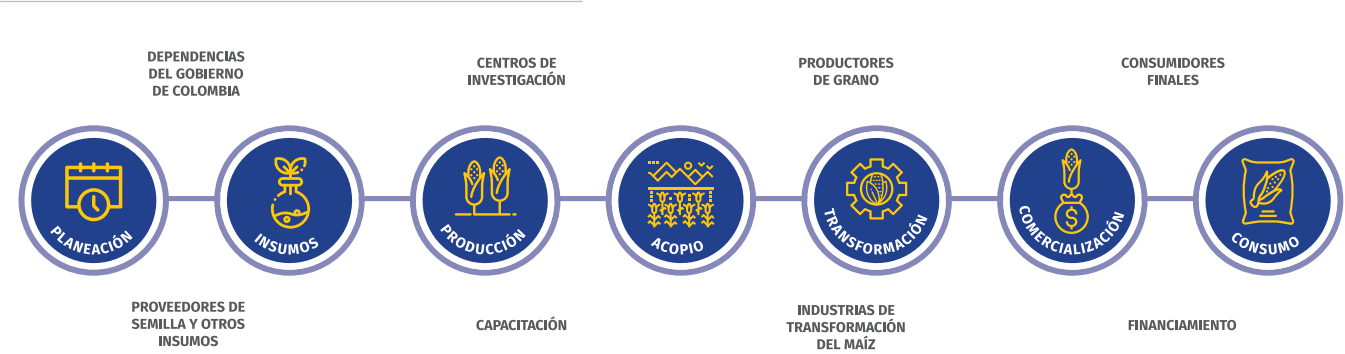
En la segunda parte se introducen las estrategias del plan estratégico **MpCo**, las cuales son el resultado de un proceso de consenso entre los actores del sector. Esta sección se enfoca en el establecimiento de objetivos y alineamiento de estrategias que permitan aumentar la oferta de maíz nacional y fortalecer la resiliencia y seguridad alimentaria de Colombia. Como se desarrollará más adelante, este componente está integrado por 5 motores de cambio, dotados con 15 acciones para su implementación, elaborados con la participación de expertos y representantes del sector. Dichos motores se enfocan en: acceso a semilla mejorada, seguridad nutricional, agricultura sostenible adaptada al clima, redes de acompañamiento a la innovación y vinculación de productores competitivos al mercado.

El objetivo principal del plan estratégico **MpCo** es sensibilizar a los actores y tomadores de decisiones sobre la necesidad de una planeación estratégica nacional público-privada de la producción en la cadena de maíz. De esta manera, se lograrán establecer objetivos y alinear estrategias que permitan aumentar la oferta de maíz nacional y el apoyo a la seguridad alimentaria de Colombia. La coyuntura y tendencias actuales que representa el cultivo de maíz en Colombia requieren de todo el alineamiento posible por parte de cada uno de los actores que conforman la cadena productiva de este sistema, así como de aquellos que integran al sector agroalimentario colombiano.

12 Por su sigla en inglés *International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade*.

El ámbito de **MpCo** comprende la cadena de valor del maíz (Figura 1.2) representada por actores clave como proveedores de semilla y otros insumos, productores, acopiadores, industrias de transformación, en particular la de alimentos balanceados, comercializadores y consumidores finales. Además, se considera la participación de las dependencias del Gobierno de Colombia y centros de investigación y capacitación, proveedores de servicios, tales como financiamiento, logística, almacenamiento, seguro agrícola y asistencia técnica, entre otros.

FIGURA 1.2. ÁMBITO DEL PLAN ESTRATÉGICO MAÍZ PARA COLOMBIA



1.3. Metodología

El CIMMYT, junto con el CIAT, como centros internacionales, independientes y líderes en investigación y desarrollo de sistemas productivos de maíz, proponen con esta iniciativa un espacio de reflexión y debate institucional para *generar una estrategia para transformar el campo y el sector del maíz en Colombia*. La base de este plan estratégico es la investigación, consulta, análisis y validación, en la que los actores deciden cómo responder a posibles escenarios futuros y elaborar de manera conjunta una visión común, con recomendaciones para el diseño e implementación de políticas públicas. Existen numerosos estudios sobre las condiciones del cultivo del maíz y sus crecientes áreas de oportunidad y amenazas. A pesar de esto, se sabe que las recomendaciones de los estudios y proyectos de investigación a menudo permanecen en el papel. **MpCo** busca pasar del papel a la acción, fomentando el debate y la participación entre los mismos actores. Y con base en esto, generar un plan estratégico, haciendo uso de los datos e información con la que se cuenta. **MpCo** utiliza el siguiente esquema metodológico:

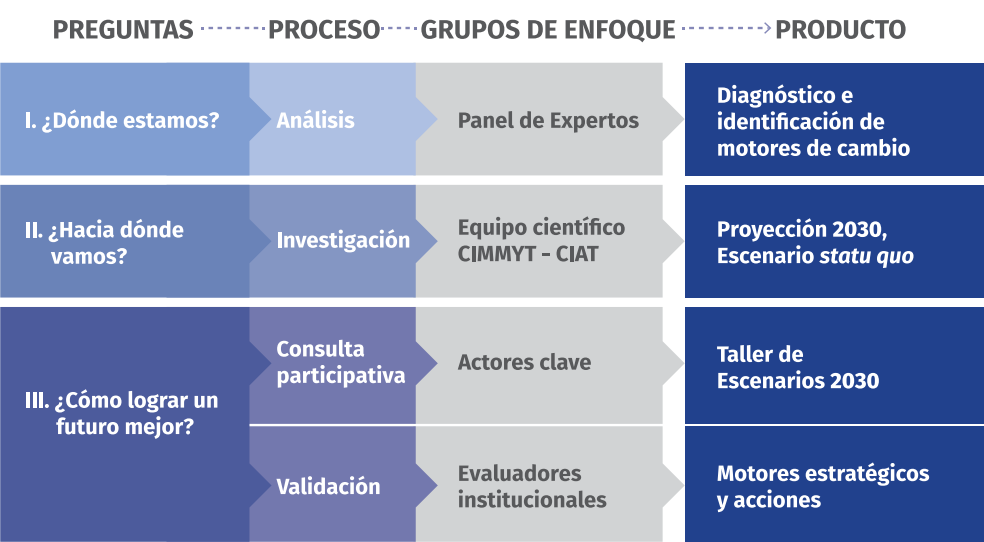


FIGURA 1.3 METODOLOGÍA MAÍZ PARA COLOMBIA

FIGURA 1.4. DIAGRAMA DEL PROCESO MAÍZ PARA COLOMBIA



1.4. Consulta participativa: Resultados

Todo proyecto exitoso parte de una visión clara y compartida. De ahí que, el análisis y la investigación deben complementarse con un proceso de consulta participativa, en este caso un Taller de Escenarios 2030 basado en 6 motores de cambio identificados por expertos internos y externos, de los cuales 5 fueron validados. El objetivo detrás de la convocatoria y realización de este ejercicio fue involucrar a los interesados desde un inicio y facilitar la implementación y continuidad del plan estratégico. El proceso participativo utilizado fue diseñado para:

- Generar una visión del estado final deseado.
- Establecer los valores que guiarán las decisiones del grupo en el largo plazo.
- Fijar un punto de partida para un cambio efectivo y su continuidad.
- Sumar las iniciativas ya en curso bajo un marco de referencia único.
- Definir mejores políticas y proyectos.
- Multiplicar el compromiso de los actores que implementarán la visión.

En el Taller de Escenarios 2030, los participantes ajustaron y validaron inicialmente los 6 motores de cambio presentados por un Panel de Expertos y validaron 5 motores consolidados. Posteriormente, las dinámicas de trabajo del Taller guiaron a los participantes para desagregar cada uno de los motores en una serie de estrategias y acciones a corto, mediano y largo plazo. La propuesta resultante del Taller fue elaborada por un grupo de 49 actores integrado por los dirigentes de las principales entidades públicas y privadas que forman la cadena de valor del maíz (ver Anexo 1, Memoria del Taller de Escenarios 2030).

Una vez que se sistematizaron y sintetizaron los resultados de las mesas de trabajo del Taller de Escenarios, los objetivos, resultados esperados y acciones a corto, mediano y largo plazo fueron evaluadas por 19 representantes institucionales en un segundo proceso de validación realizado entre diciembre de 2018 y marzo de 2019. El resultado es un condensado de 5 motores, con objetivos concretos y acciones para que la visión pueda llevarse al terreno operacional.

Motor	Objetivo	Acciones a corto, mediano y largo plazo
 Adopción de semilla mejorada	Adopción de semilla mejorada por el 100% del área bajo sistema tecnificado y al menos 10% de área con sistema tradicional para 2030.	1A. Documentar necesidades del mercado de semillas. 1B. Implementar esquemas de financiamiento e incentivos que brinden apoyo y dinamismo a la adopción de semilla mejorada. 1C. Desarrollar recursos para la investigación en mejoramiento de maíz.
 Seguridad nutricional	Alcanzar un consumo nacional humano del 50% de maíz blanco biofortificado con alto contenido de zinc para 2030.	2A. Aumentar el volumen de producción de semilla de maíz biofortificado y su consumo. 2B. Identificar y abordar las necesidades de acopio y almacenamiento de productores de maíz biofortificado. 2C. Desarrollar una estrategia de difusión nacional para aumentar la demanda de maíz biofortificado en el país.
 Agricultura sostenible adaptada al clima	Conversión a agricultura sostenible adaptada a la variabilidad y cambio climático en al menos 100 mil hectáreas de sistemas de producción de maíz en 2030.	3A. Desarrollar un sistema de información agroclimática, para una mejor toma de decisiones y uso de tecnologías. 3B. Escalar el uso de tecnologías, prácticas y herramientas ASAC, incluyendo agricultura de conservación. 3C. Implementar esquemas de financiamiento e incentivos para incrementar la inversión en tecnologías y sistemas para la agricultura sostenible adaptada al clima.
 Redes de acompañamiento a la innovación	Cobertura de redes de innovación como el estándar de extensionismo y asistencia técnica en al menos 30% en el entorno rural.	4A. Desarrollar una estrategia de redes de acompañamiento técnico con base en el diagnóstico y categorización productiva regional. 4B. Establecer los mecanismos necesarios para la implementación de un sistema de redes de acompañamiento técnico a la innovación. 4C. Incorporar mecanismos de financiamiento institucional público y privado.
 Vinculación de productores competitivos al mercado	Aumentar la vinculación para un comercio de productores competitivos del mercado local, regional y nacional.	5A. Crear un Observatorio de Maíz para facilitar el acceso a información de mercado. 5B. Vincular agricultores en asociaciones para la comercialización a nivel local, regional y nacional. 5C. Mejorar la infraestructura existente y sistemas de producción, para asegurar la competitividad en el mercado.

FIGURA 1.5 ACCIONES PARA PASAR DE LOS ESCENARIOS A LA ACCIÓN

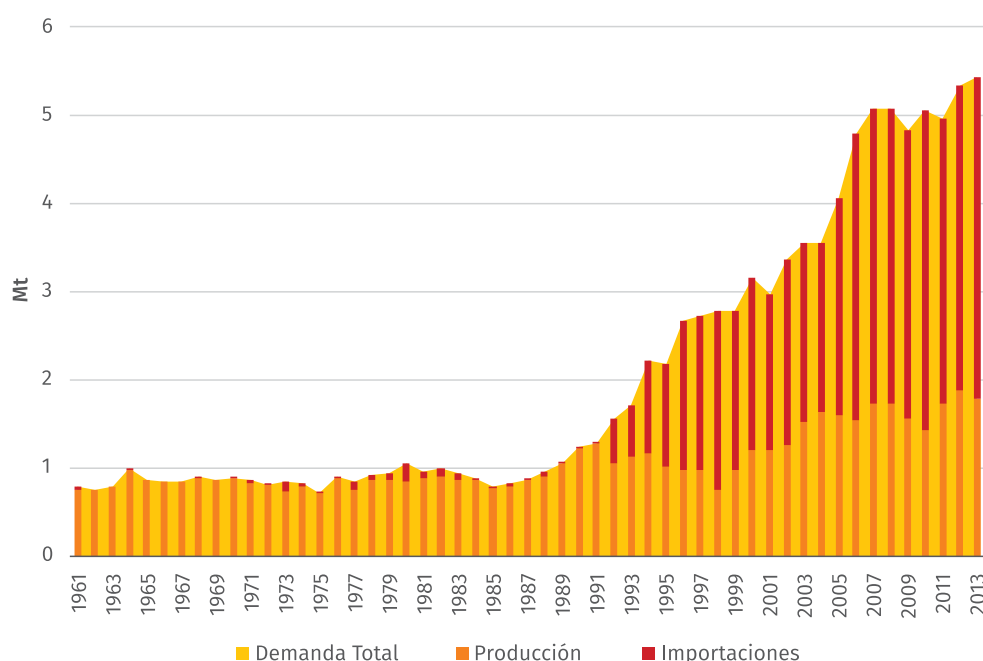
El desarrollo del plan estratégico *Maíz para Colombia* parte de la necesidad de contar con una estrategia nacional enfocada en potenciar la cadena productiva del maíz colombiano, mediante objetivos y acciones específicas que permitan aumentar la oferta nacional, respetando la cultura y herencia del cultivo, así como fortalecer la resiliencia y seguridad alimentaria del país, para hacer de Colombia un país con mayor producción de maíz. De esta manera, a través de acciones claras y una táctica delineada, el plan estratégico busca promover una agricultura sostenible para la producción de maíz en Colombia, lograr rendimientos más altos y estables, al igual que mayores ingresos para los agricultores colombianos. Además, este plan constituye una oportunidad para abordar simultáneamente, desde una perspectiva nacional, diversos objetivos de desarrollo urgentes, tales como abrir el potencial agrícola para adaptar los sistemas de producción al cambio climático, integrar al mercado a pequeños y medianos productores, impulsar mejoras en el manejo sustentable de suelo, nutrientes y recursos hídricos, así como lograr la seguridad alimentaria y nutricional, y reducir la pobreza rural.



2. ¿Dónde estamos?

2.1 Demanda

En poco más de 50 años, la demanda del maíz en Colombia se ha multiplicado 6.8 veces. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre 1961 y 2013, la demanda incrementó de 0.8 Mt a 5.4 Mt (ver Gráfica 2.1). Según datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE), para el período 1970-2013, el crecimiento de la demanda tuvo una tendencia similar equivalente al 622%; para el año 2016 la demanda total de maíz fue de 6.2 Mt. Este crecimiento se explica por el significativo incremento del consumo de maíz desde principios de los años 90, con un crecimiento de 515% entre 1991 y 2016.



GRÁFICA 2.1 DEMANDA DE MAÍZ EN COLOMBIA 1961-2013, INCLUYENDO IMPORTACIONES DE MAÍZ Y PRODUCCIÓN NACIONAL

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO.

Existen dos maneras de explicar esta tendencia. La primera de ellas es la apertura gradual del comercio, que redujo aranceles drásticamente, lo que permitió aumentar la importación de bienes. Hasta el año 1991 Colombia era autosuficiente en la producción de maíz, (aunque se asume que la demanda era realmente mayor y se usaba sorgo como sustituto); a partir de 1992, las importaciones de maíz crecieron significativamente, alcanzando 3.6 Mt para 2013. La segunda razón y que explica también el incremento de las importaciones, son las dietas cambiantes, que se han caracterizado por un incremento en la demanda de maíz para alimentación animal.

En Colombia, los principales tipos de maíz que se consumen son amarillo y blanco. De estos, el maíz amarillo se usa principalmente para alimentación animal, mientras que el maíz blanco se destina sobre todo para consumo humano. Los cambios en los patrones de dieta en estas últimas décadas han impactado en la demanda de maíz amarillo y blanco. Acorde con FENALCE (ver Gráfica 2.2 y Tabla 2.1) entre 2007 y 2016 el aumento total de la demanda de ambos tipos de maíz fue de 25%, creciendo en este período con una tasa anual del 3%. Sin embargo, la demanda de maíz amarillo fue mayor (85%) que para maíz blanco (15%) en el mismo período.

GRÁFICA 2.2 DEMANDA DE MAÍZ ENTRE 2007 Y 2016

Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.

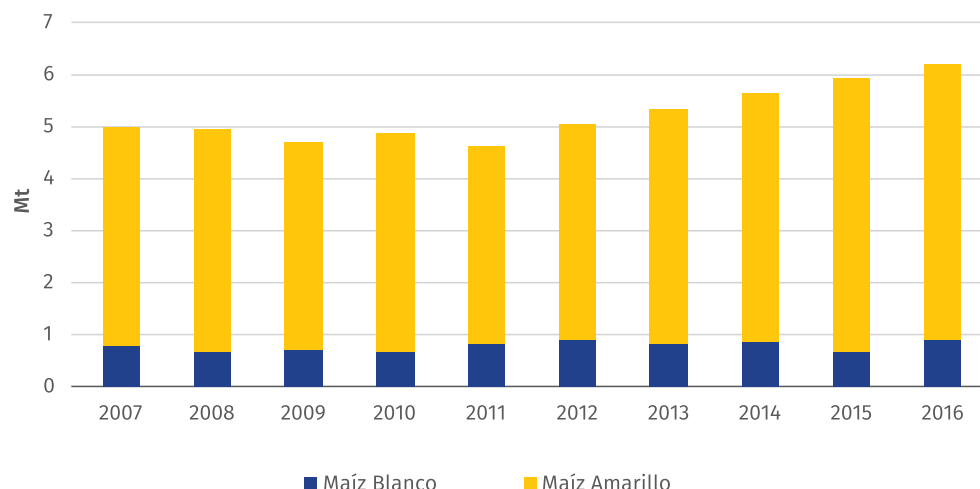


TABLA 2.1 DEMANDA DE MAÍZ ENTRE 2007 Y 2016

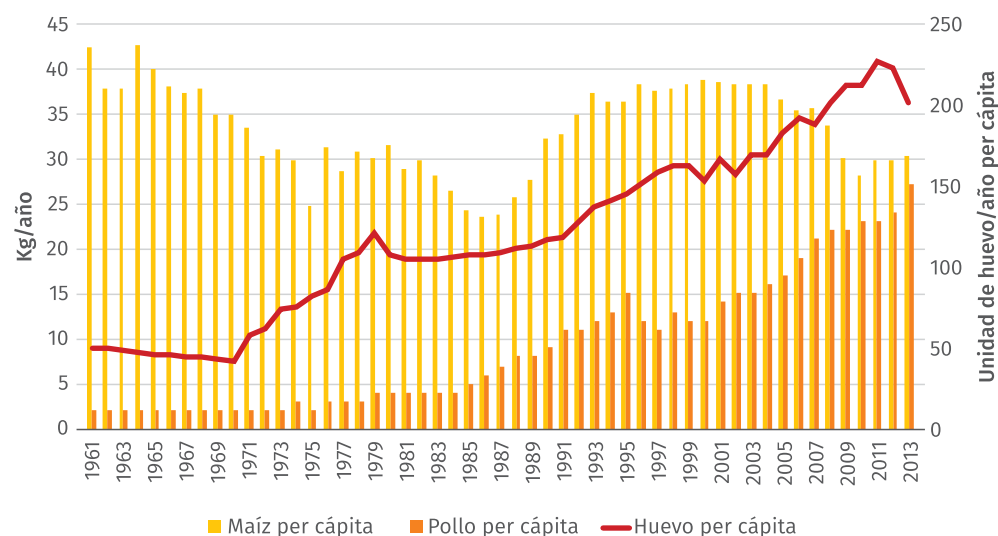
Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.

Demanda (Mt)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Aumento total	Aumento anual
Blanco	0.79	0.65	0.71	0.64	0.8	0.88	0.81	0.84	0.65	0.91	15%	2%
Amarillo	4.18	4.27	3.96	4.22	3.79	4.17	4.50	4.80	5.24	5.30	27%	3%
Total	4.97	4.92	4.67	4.86	4.61	5.06	5.30	5.64	5.89	6.21	25%	3%

Este cambio de dieta es aún mayor si se considera el consumo de productos de origen animal que, según datos de la FAO, ha incrementado drásticamente en los últimos años (ver Gráfica 2.3). Entre 1961 y 2013 hubo un incremento de 2 kg a 27 kg de consumo per cápita de carne de pollo. Aún si se toma en cuenta que en este período la población de Colombia casi se triplicó, la producción de carne de pollo ha crecido a un ritmo mucho más acelerado de 0.03 Mt a 1.2 Mt, es decir, 42 veces en menos de 6 décadas. Por su parte, el consumo de huevos ha incrementado en 4 veces su volumen, mientras que su producción aumentó 13 veces en el mismo período. Sin embargo, el consumo de maíz para consumo humano disminuyó en 30%, en comparación con el consumo per cápita de productos animales, pasando de 42 kg a 30 kg per cápita por año.

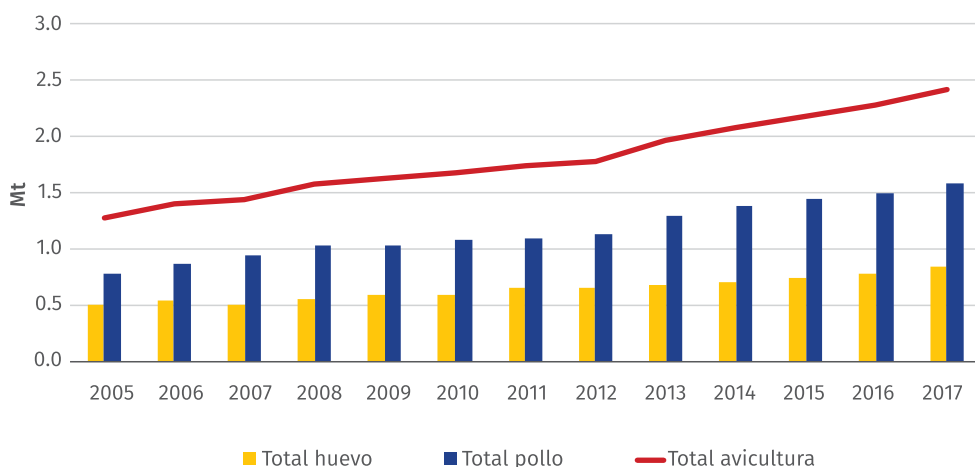
GRÁFICA 2.3 CONSUMO PER CÁPITA DE MAÍZ Y PRODUCTOS AVÍCOLAS ENTRE 1961 Y 2013

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO.



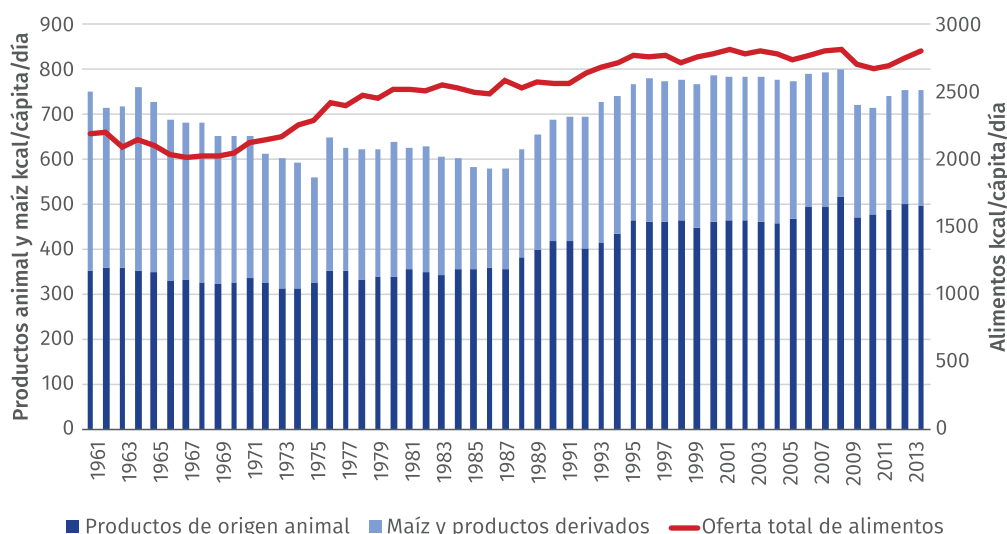
La creciente demanda de alimentos para consumo animal se explica, en gran medida, por los cambios de patrones del ingreso, y por tanto, de la dieta de los colombianos y el gasto en productos de origen animal de la población global. A mayor ingreso, el gasto destinado para cereales tiende a disminuir, mientras el consumo de carne, leche y huevos aumenta.

Los patrones de dieta de los colombianos han cambiado en las últimas décadas. Uno de los más destacables es el crecimiento del consumo de productos avícolas, es decir, pollo y huevo. Entre 2005 y 2017, el aumento del consumo de pollo fue de 51%, mientras que el de huevo, de 41% (ver Gráfica 2.4). A raíz de estos hábitos, el consumo humano de granos, como el maíz, es cada vez menor. Como se puede ver en la Gráfica 2.5, la cantidad de kilocalorías (kCal) per cápita al día en Colombia ha aumentado en 28% para suministro total de alimentos y muestra un incremento específico del 41% para productos animales, mientras las kCal de maíz y productos derivados muestran una disminución del 35%. En general, estas tendencias cambiantes en la dieta revelan que en las últimas décadas ha habido un incremento creciente de demanda de productos ganaderos y de pollo, que a su vez hacen necesario más maíz amarillo para alimentación animal. Esto explica que entre 2007 y 2016 hubo una mayor demanda de este maíz sobre el maíz blanco, que tiende a ser para consumo humano (ver Tabla 2.1).



GRÁFICA 2.4 CONSUMO SECTOR AVÍCOLA ENTRE 2005 Y 2017

Fuente: Elaboración propia con datos de la Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI).



GRÁFICA 2.5 OFERTA ALIMENTARIA PER CÁPITA 1961-2013

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO.

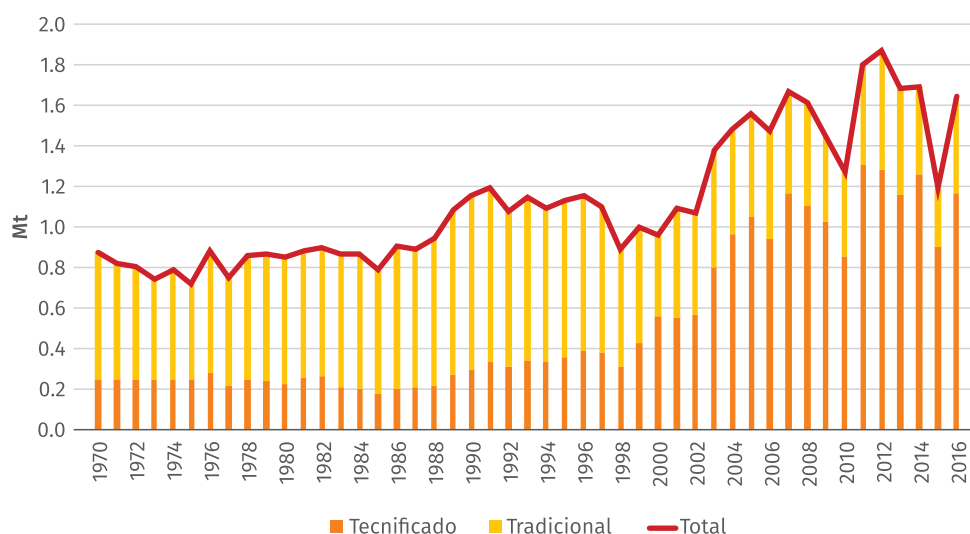


2.2 Producción

La producción de maíz en Colombia ha ido en aumento en las últimas décadas. Según datos de la FAO, la producción nacional de maíz ha aumentado en 76% entre 1961 y 2016, con un crecimiento anual promedio de 0.4%; mientras que la producción nacional fue de 0.7 Mt en 1961, para 2016 alcanzó 1.3 Mt. De acuerdo con la información de FENALCE, la producción de maíz para el período 1970-2016 muestra similar tendencia. Considerando los sistemas de producción para 2016, la producción nacional de maíz en el sistema tecnificado y tradicional fue de 71% y 29%, respectivamente.

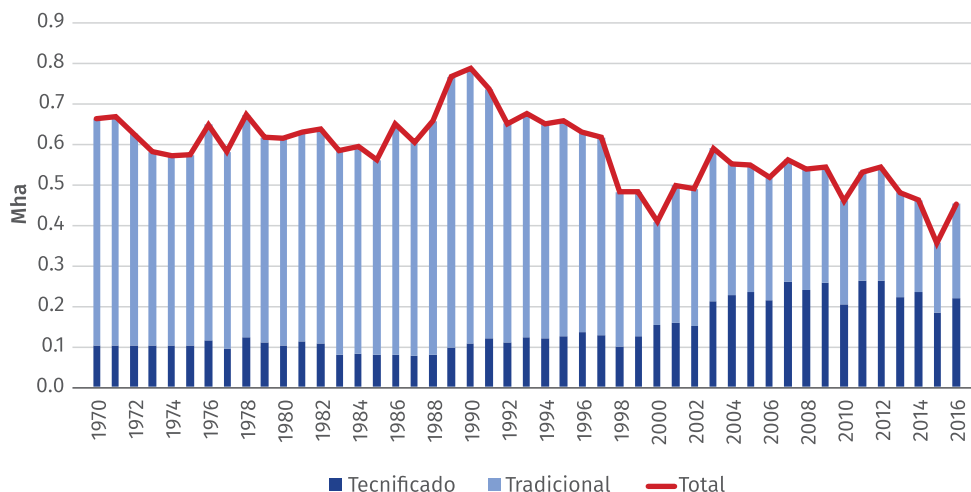
**GRÁFICA 2.6 PRODUCCIÓN DE MAÍZ
ENTRE 1970 - 2016**

Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.



De acuerdo con FENALCE, la distinción entre producción tradicional y tecnificada se debe a que la tradicional proviene de una finca que (1) no usa semillas híbridas, (2) no utiliza sistemas de irrigación y (3) la aplicación de fertilizantes está limitada a niveles de nitrógeno hasta de 40 kg/ha. Bajo dicha categoría, fue a partir del año 2000 que más de la mitad de la producción nacional (58%) proviene de maíz tecnificado. En la Gráfica 2.6 es posible identificar un incremento considerable en la producción de maíz tecnificado. En contraste, la producción de maíz tradicional presenta una disminución a lo largo de los últimos 40 años.

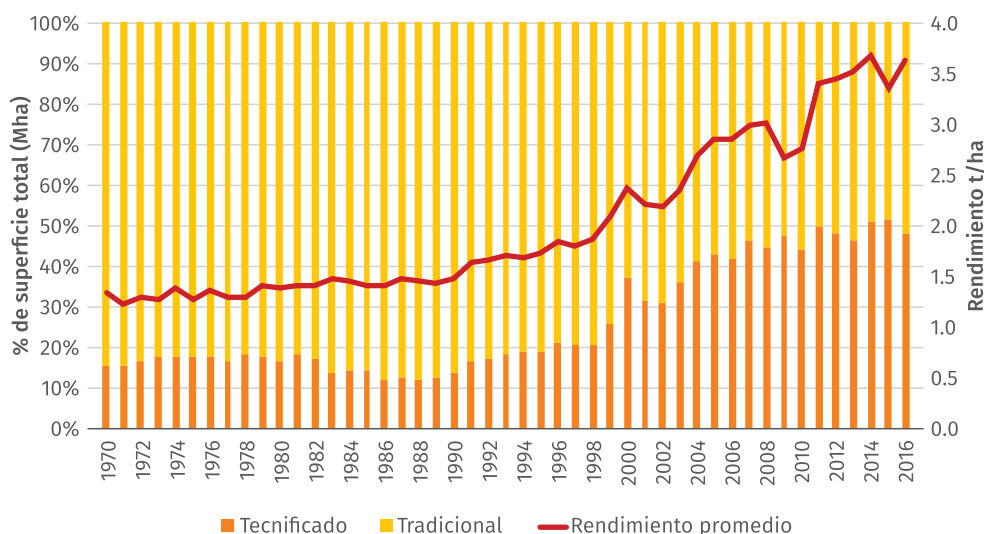
Es relevante señalar que el incremento en la producción de maíz en los últimos años no responde a un aumento en la superficie total cultivada. Por el contrario, acorde con la FAO, la superficie para producción de maíz ha disminuido en 47% entre 1961 y 2016. Con base en datos de FENALCE, en 1970 la superficie sembrada para el cultivo de maíz se concentraba en alrededor de 0.7 Mha, mientras en 2016 solo se contaba con 0.5 Mha cultivadas, lo que muestra una disminución de 32% (ver Gráfica 2.7).



GRÁFICA 2.7 SUPERFICIE TOTAL PARA EL CULTIVO DE MAÍZ PARA PRODUCCIÓN TRADICIONAL Y TECNIFICADA ENTRE 1970-2016

Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.

Para la serie de datos de 1970 a 2016, la proporción del área sembrada en sistema tradicional ha disminuido mientras que el área en sistema tecnificado ha aumentado. Del total de área sembrada en 1970 (0.7 Mha), el 85% correspondió al sistema tradicional y el 15% al sistema tecnificado; para el año 2016 en que se sembró 0.5 Mha estos porcentajes fueron 52 y 48, respectivamente (ver Gráfica 2.8).



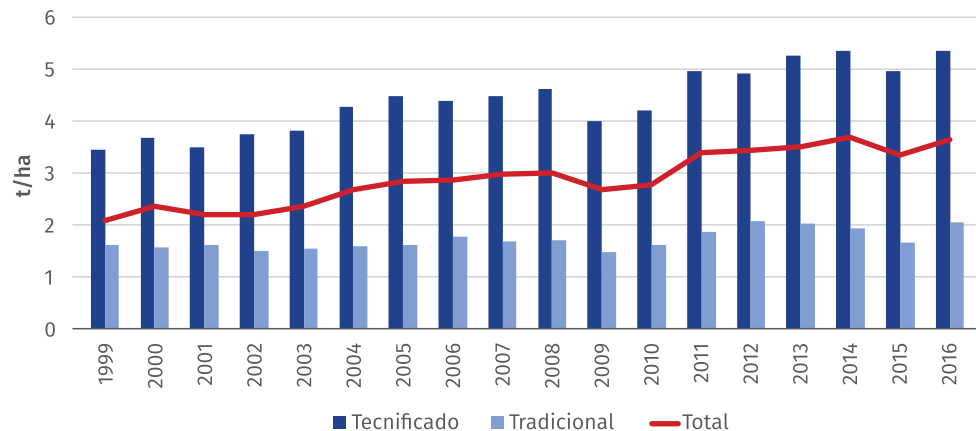
GRÁFICA 2.8 SUPERFICIE TOTAL DE MAÍZ CULTIVADA PARA PRODUCCIÓN TRADICIONAL Y TECNIFICADA ENTRE 1970-2016

Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.

A pesar de que la superficie total de producción de maíz en Colombia ha disminuido desde 1961, acorde con datos de la FAO y FENALCE, el rendimiento promedio muestra una tendencia opuesta casi triplicándose en poco más de 50 años, pasando de 1.1 t/ha en 1961 a 3.6 t/ha en 2016. Los rendimientos de maíz en el sistema tecnificado son mayores que en el sistema tradicional. Según datos de FENALCE, entre 1970 y 2016, el rendimiento en el sistema tecnificado registró un aumento de 121%, pasando de 2.4 t/ha a 5.4 t/ha. Por otro lado, el rendimiento en el sistema tradicional se incrementó también, pero a un ritmo menor, en 81%, pasando de 1.1 t/ha a 2.0 t/ha (ver Gráfica 2.9).

GRÁFICA 2.9 RENDIMIENTO POR SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ ENTRE 1999-2016

Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.



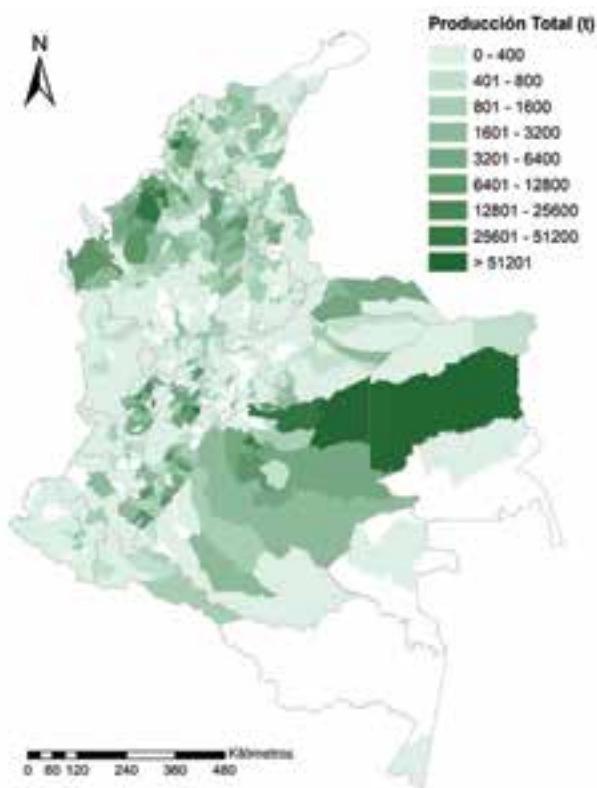
El análisis de la producción a nivel local muestra que los departamentos de Colombia en donde se concentra la mayor producción de maíz se encuentran en las regiones de Orinoquía, Andina y Caribe. De acuerdo con *Datos Abiertos* del Gobierno de Colombia, tan solo en 2016, de los 32 departamentos del país, en apenas 5 de ellos se registró el 63% de la producción de maíz nacional: Meta, de la región de Orinoquía; Vichada, en la región del Amazonía; Valle del Cauca y Tolima, en la región Andina; y Córdoba, en la región del Caribe (ver Mapa 2.1). Por otro lado, datos de FENALCE indican que los principales departamentos en los que se ha visto un incremento particular en la producción de maíz son Meta y Tolima, que entre 2007 y 2016 aumentaron su producción en un 100% y 59%, respectivamente. Cabe destacar que el 70% de la producción de maíz en 2016, se concentró en las fincas tecnificadas, y el 30% restante en las tradicionales.



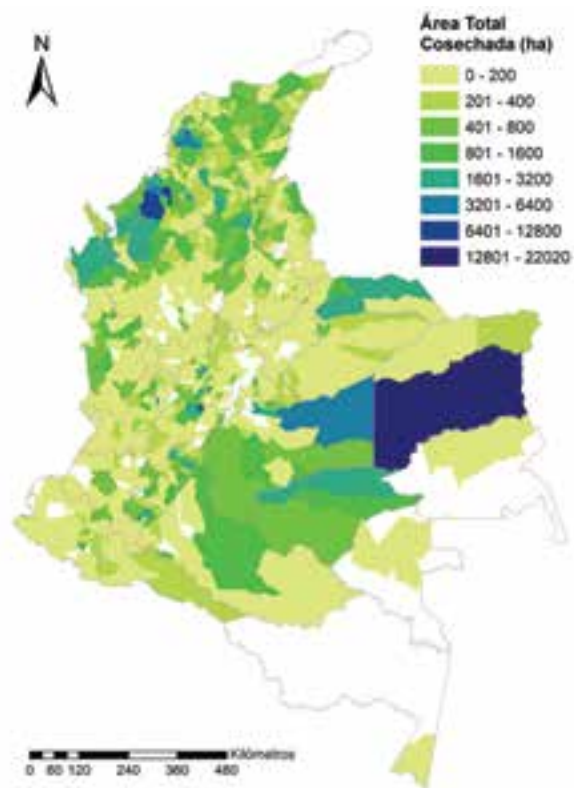
MAPAS A NIVEL MUNICIPAL

Fuente: Elaboración propia con datos de la plataforma *Datos Abiertos* del Gobierno de Colombia 2016.

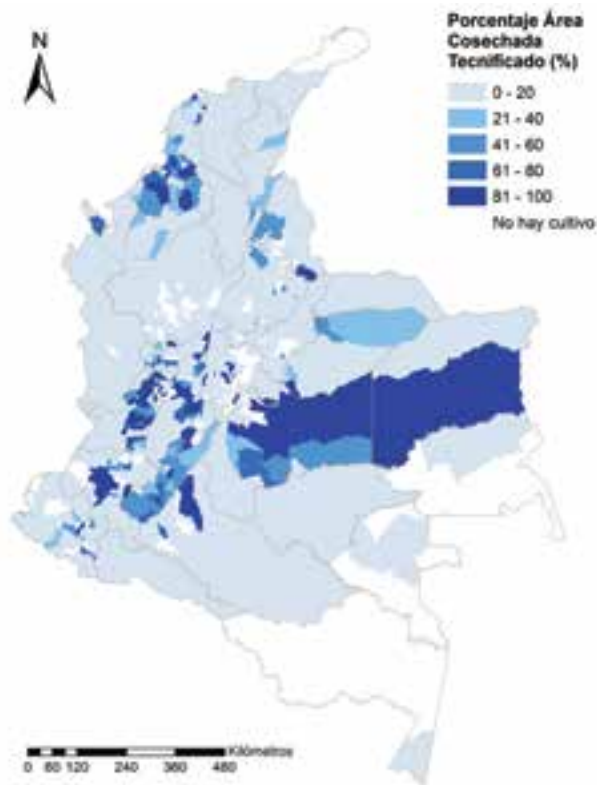
2.1 PRODUCCIÓN TOTAL DE MAÍZ



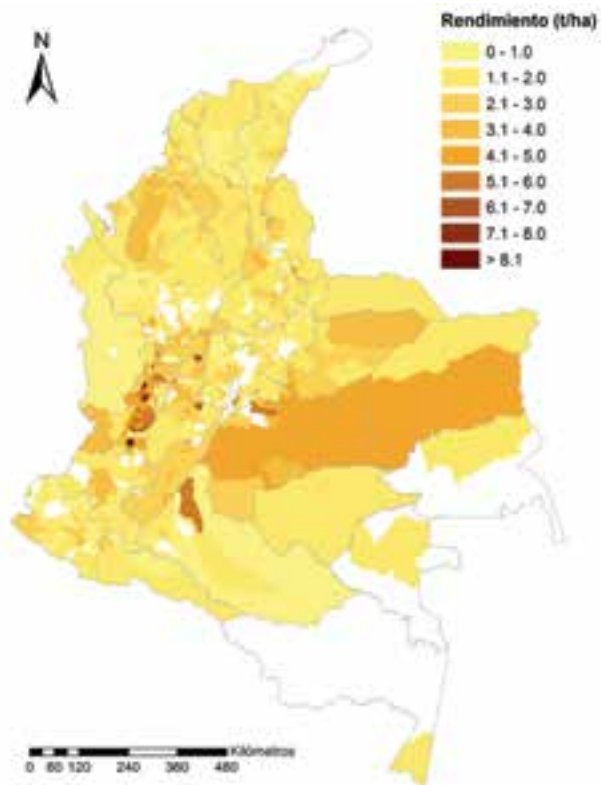
2.2 ÁREA TOTAL



2.3 PORCENTAJE DE ÁREA QUE USA PRODUCCIÓN TECNIFICADA



2.4 NIVELES TOTALES DE RENDIMIENTO



Por otro lado, a pesar del incremento en la producción de maíz tecnificado en Colombia, las cifras de *Datos Abiertos* del Gobierno de Colombia indican que aún son 9 los departamentos que hasta 2017 concentraron el 100% de su producción en sistemas tradicionales, representando alrededor del 7% de la producción nacional, con un rendimiento promedio de 1.4 t/ha. Estos departamentos se encuentran localizados a lo largo de todo el territorio nacional en las 5 regiones de Colombia y son: Amazonas, Antioquia, Arauca, Guainía, Guaviare, La Guajira, Magdalena, Putumayo, San Andrés y Providencia.

Como se observa en los Mapas 2.1 y 2.2, la tendencia a mayores rendimientos se da en el sistema de producción tecnificado. En 2016, el rendimiento promedio de maíz fue de 3.6 t/ha. No obstante, como se observa en los Mapas 2.5 y 2.6, existe variación importante en todo el territorio nacional. Según información de *Datos Abiertos* del Gobierno de Colombia los rendimientos más altos están en los departamentos Valle del Cauca (4.3 t/ha) y Meta (4.1 t/ha). Por otro lado, los

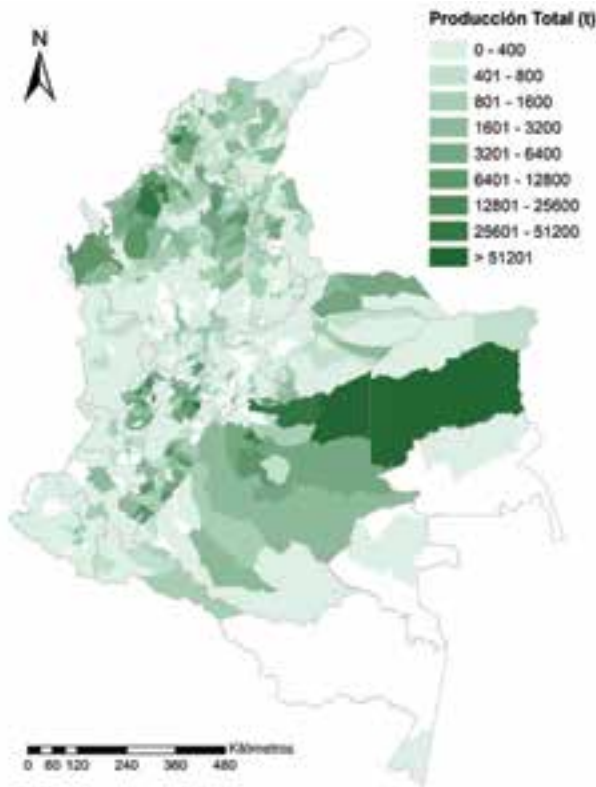
departamentos con menores rendimientos son resultado de sistemas de producción tradicionales, siendo estos Chocó (0.6 t/ha), San Andrés y Providencia (1 t/ha) y Magdalena (2.1 t/ha).

La Gráfica 2.10 muestra los municipios de Colombia categorizados por su rendimiento en 2016, acorde con cifras de *Datos Abiertos* del Gobierno de Colombia, 1,845 municipios, es decir 73% del área total, registran rendimientos por debajo del promedio nacional. Debido a los bajos rendimientos, estas regiones producen solamente el 43% del maíz total del país. Mientras que en 267 municipios se concentran los rendimientos más altos que el promedio (>3.6 t/ha), representando el 57% de la producción total de maíz de Colombia con un rendimiento promedio de 5.4 t/ha. Estos municipios pertenecen principalmente a los departamentos de Caldas, Cauca, Córdoba, Huila, Meta, Tolima y Valle del Cauca. Cinco de ellos (Cauca, Córdoba, Meta, Tolima y Valle del Cauca) son los departamentos con rendimientos más altos a nivel nacional.

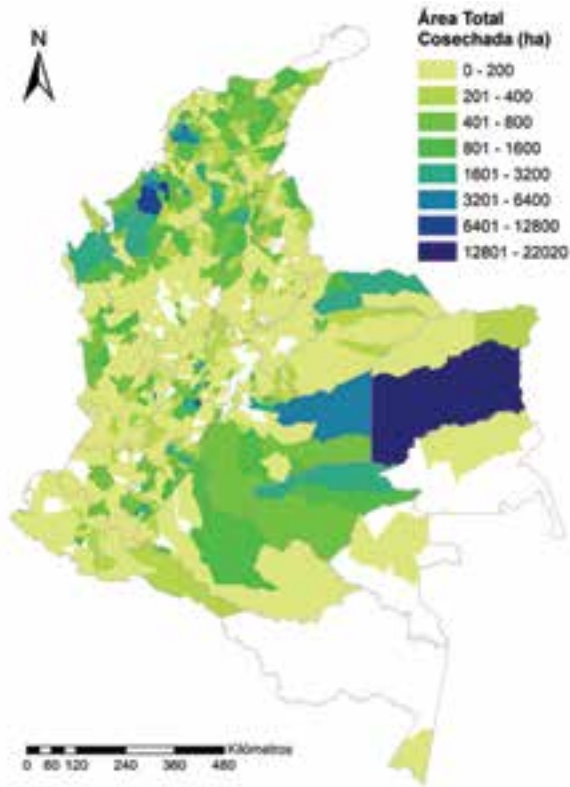
MAPA DE PROMEDIO DE RENDIMIENTOS POR MUNICIPIO

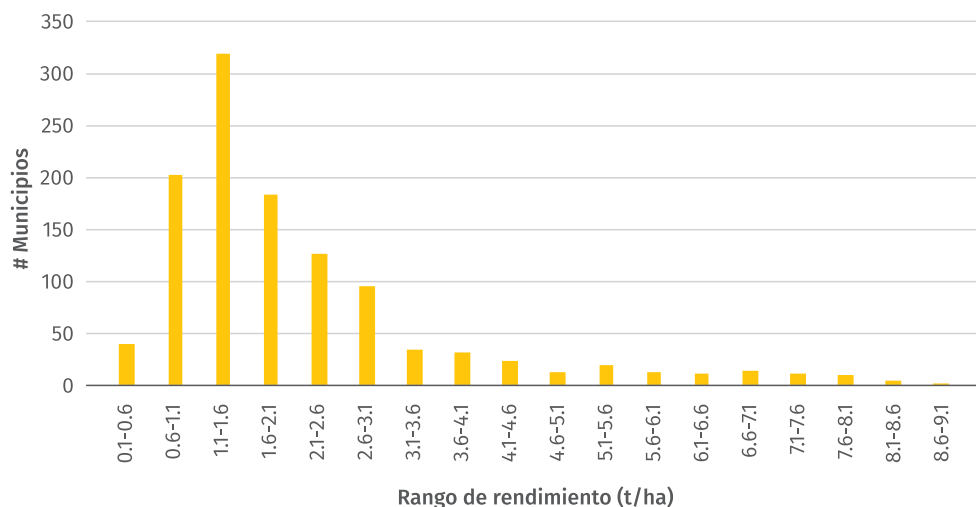
Fuente: Elaboración propia con datos de la plataforma *Datos Abiertos* del Gobierno de Colombia 2016.

2.5 SISTEMA TRADICIONAL



2.6 SISTEMA TECNIFICADO



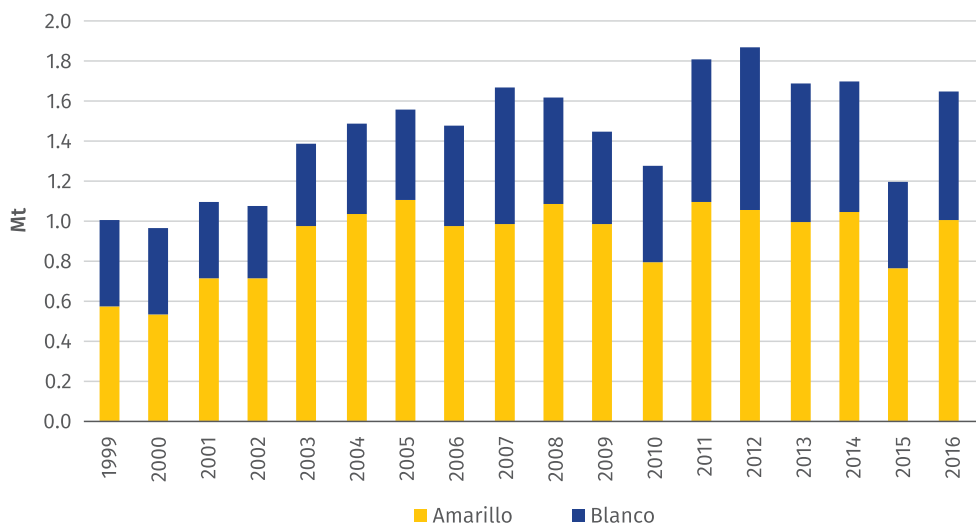


GRÁFICA 2.10 DISTRIBUCIÓN DE RENDIMIENTO A NIVEL MUNICIPAL EN 2016

Fuente: Elaboración propia con datos de la plataforma *Datos Abiertos* del Gobierno de Colombia 2016.

En cuanto al tipo de maíz producido en Colombia, tanto el amarillo como el blanco dependen por completo de las condiciones del mercado del período que se analice, aunque al menos en los últimos 20 años, la producción de maíz amarillo es consistentemente mayor que la del blanco. FENALCE ha reportado cifras de producción de maíz distinguiendo maíz amarillo y blanco desde 1999 (ver Gráfica 2.11).

Como se puede ver en la Tabla 2.2, ha habido un incremento en la superficie destinada para producción tecnificada tanto para maíz amarillo, como para blanco. En 2016, este aumento fue de 45% para maíz blanco y 50% para amarillo del área total, mientras que la producción total de maíz amarillo fue de 1 Mt y de 0.6 Mt para maíz blanco, es decir, el 61% de la producción nacional fue de maíz amarillo. Ambos incrementos se han más que duplicado en comparación con niveles de producción en 1999, en 56% para el amarillo y 68% para maíz blanco. Según informes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – Servicio Agrícola en el Extranjero (USDA-FAS) en 2017, los agricultores siguen cambiando gradualmente su producción hacia maíz blanco. La razón es que los precios del maíz blanco, la principal materia prima para la arepa, un producto alimentario básico, siguen siendo más favorables que los precios para el maíz amarillo.



GRÁFICA 2.11 PRODUCCIÓN DE MAÍZ AMARILLO Y BLANCO ENTRE 1999-2016

Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.

TABLA 2.2 PORCENTAJE DE SUPERFICIE USADA PARA PRODUCCIÓN TECNIFICADA Y PRODUCCIÓN TOTAL

Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.

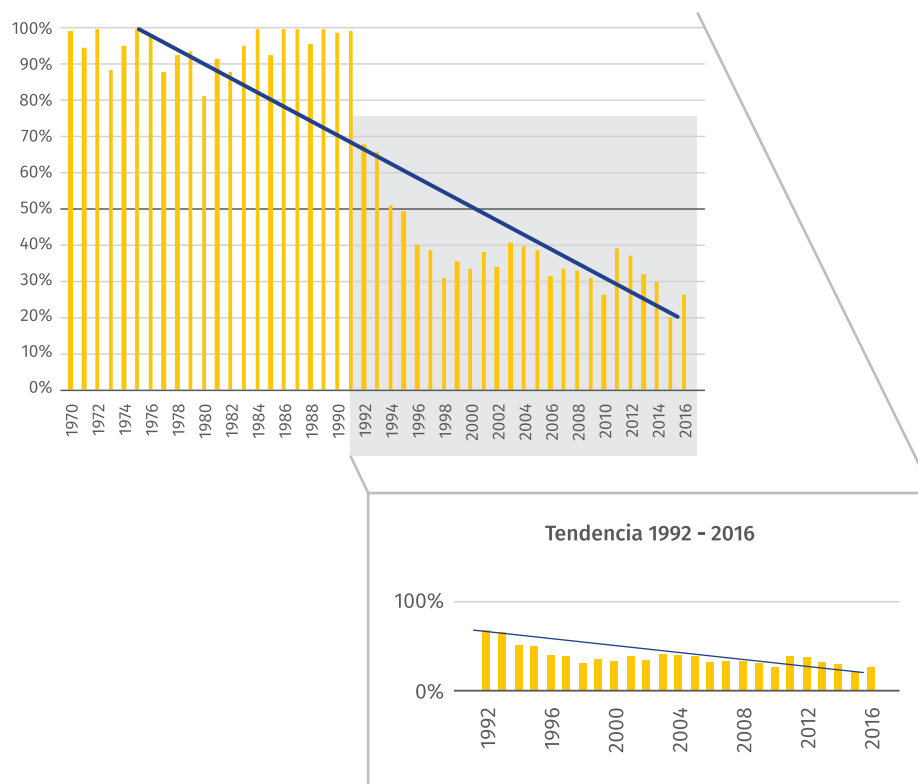
Año	Superficie tecnificada (%)		Producción total (Mt)		
	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Total
1999	31%	20%	0.6	0.4	1
2016	50%	45%	1	0.6	1.6

2.3 Autosuficiencia e importaciones

Hasta 1991, la autosuficiencia de maíz, medida según la relación entre demanda y producción nacional, había sido bastante estable, fluctuando en el rango de entre 90% y 100% (ver Gráfica 2.12). No obstante, después de 1991 ha habido una fuerte caída de la autosuficiencia de maíz en Colombia. De acuerdo con datos de FENALCE, en 1991 se tenía una autosuficiencia del 99%, pero cayó a 26% en 2016. Esto se debe, en gran parte, al incremento en la demanda de maíz amarillo motivada por el consumo creciente de productos animales y a que la producción no ha crecido al mismo ritmo que la demanda. En 2016, la autosuficiencia alcanzó 70% para el maíz blanco, en comparación con 19% para el maíz amarillo.

GRÁFICA 2.12 AUTOSUFICIENCIA DE MAÍZ ENTRE 1970 - 2016

Fuente: Elaboración propia con datos de FENALCE.

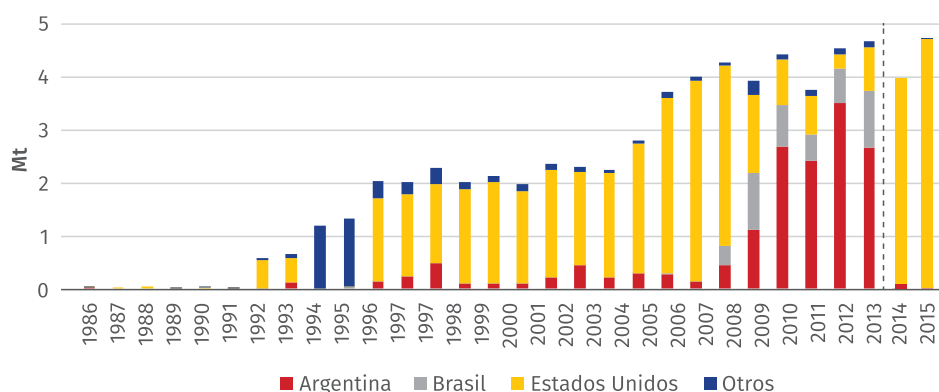


La disminución progresiva en la autosuficiencia de maíz en Colombia ha ocurrido, por supuesto, a causa de las importaciones. Según datos de la FAO, las importaciones de maíz aumentaron drásticamente en el período de 1991 a 2015 (ver Gráfica 2.13). En 1991, las importaciones ascendían a 0.01 Mt, incrementando para 2016 a 4.6 Mt. En 2016, las importaciones de maíz amarillo representaron el 94% de estas (4.3 Mt), mientras que el resto 6% (0.3 Mt) pertenecen a maíz blanco¹³.

13 DIAN.

Actualmente, la mayor parte de las importaciones del país provienen de Estados Unidos, Argentina y Brasil. Entre 1996 y 2008, estas provinieron sobre todo de Estados Unidos, con un promedio de 84% en estos 12 años. Después de 2008, las importaciones de Brasil y Argentina empezaron a volverse más predominantes. En 2013, el 57% del total de importaciones provino de Argentina, el 23% de Brasil, el 18% de Estados Unidos y el 2% de otros países. En ese mismo año, Colombia importó 3.6 Mt de maíz por un valor que excedió 1 billón de dólares (USD).

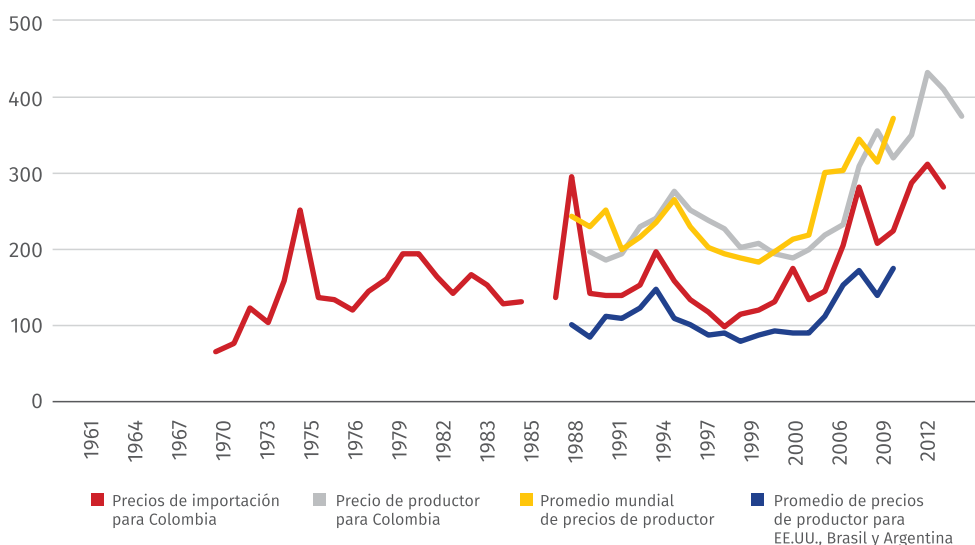
En 2012, Estados Unidos y Colombia firmaron el acuerdo de Tratado de Libre Comercio, causando un impacto significativo en la proporción de importaciones provenientes de este país. Para los años 2014 y 2015, casi todo el maíz comprado por Colombia provino de Estados Unidos representando el 96% y 98%, respectivamente (ver Gráfica 2.13).



GRÁFICA 2.13 IMPORTACIONES DE MAÍZ A COLOMBIA SEGÚN PAÍS DE ORIGEN ENTRE 1986 Y 2015

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO y TradeMap.

Por otro lado, aunque no existe información desagregada de costos, en la Gráfica 2.14 se muestran los valores de importación de maíz y costos de producción para Colombia, a nivel global y para los principales importadores del país. La FAO define los precios de productor como aquellos que reciben los agricultores por cultivos primarios, en este caso maíz, recogidos en el punto inicial de venta (precios de pago en finca). Los costos de producción en Colombia, de acuerdo con la FAO, son más altos que los de Brasil, Argentina y Estados Unidos. Sin embargo, cabe destacar que no existe información sistemática desagregada de costos de producción de maíz.



GRÁFICA 2.14 VALORES DE IMPORTACIÓN DE MAÍZ Y COSTOS DE PRODUCCIÓN

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO.

2.4 Seguridad Alimentaria

Colombia se encuentra hoy en día en una posición de vulnerabilidad, y la tendencia observada es preocupante, ya que el incremento de las importaciones tiende a acelerarse con el tiempo. En ese sentido, la proyección 2030 desarrollada por el CIAT, y detallada en los siguientes apartados de este informe, sitúa las importaciones de maíz en Colombia en 5.9 Mt para 2030, es decir, un incremento del 39% con respecto a 2016.

Como se mencionó en esta sección, la demanda nacional de maíz amarillo ha sido impactada de manera significativa por las necesidades crecientes del sector de alimentos balanceados que ha crecido a un ritmo acelerado en los últimos 15 años. Como consecuencia de la falta de respuestas para satisfacer la demanda de este sector, en 2016 Colombia importó el 81% del consumo de maíz amarillo equivalente a 4.3 Mt y adicionalmente 30% del consumo de maíz blanco, con 0.3 Mt¹⁴.

Colombia depende cada vez más de las importaciones de maíz amarillo e incluso de maíz blanco, por lo tanto, retrocede en su objetivo para alcanzar la seguridad alimentaria. Con una caída en la autosuficiencia al 26%, la meta que sugiere la FAO de 75% de autosuficiencia se hace cada vez más lejana, dejando un reto importante para los próximos años. Considerando, por un lado, el aumento en la demanda del maíz amarillo, en particular por parte del sector de alimentos de balanceados, y, por el otro, los obstáculos que se tendrán en términos del impacto del cambio climático para la producción nacional de este grano. La siguiente sección muestra cuál es el posible escenario futuro que se espera para el maíz en Colombia, si no se hace cambio alguno y se mantiene para los próximos 11 años la misma tendencia que se ha tenido en el pasado. Es importante destacar que no se trata del escenario deseable. No obstante, hay que conocer y analizar hacia dónde se dirige en caso de no realizar cambios en el sector del maíz. Con base en ese análisis y en los datos que lo sustentan, se podrán tomar decisiones relevantes y determinar estrategias a corto, mediano y largo plazo que cambien el rumbo hacia un escenario deseable.

¹⁴ FENALCE datos de consumo y DIAN datos de importaciones.



3. ¿Hacia dónde vamos? Proyección 2030

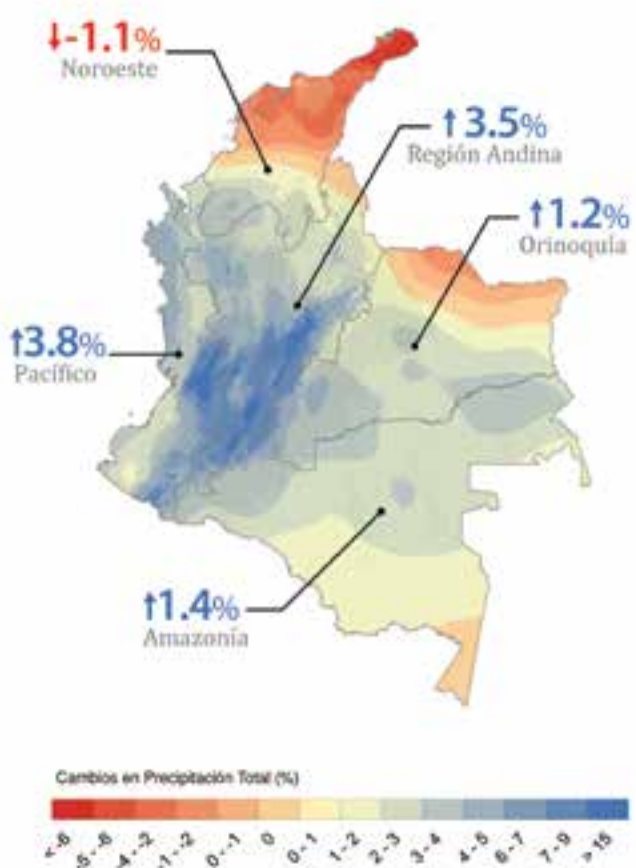
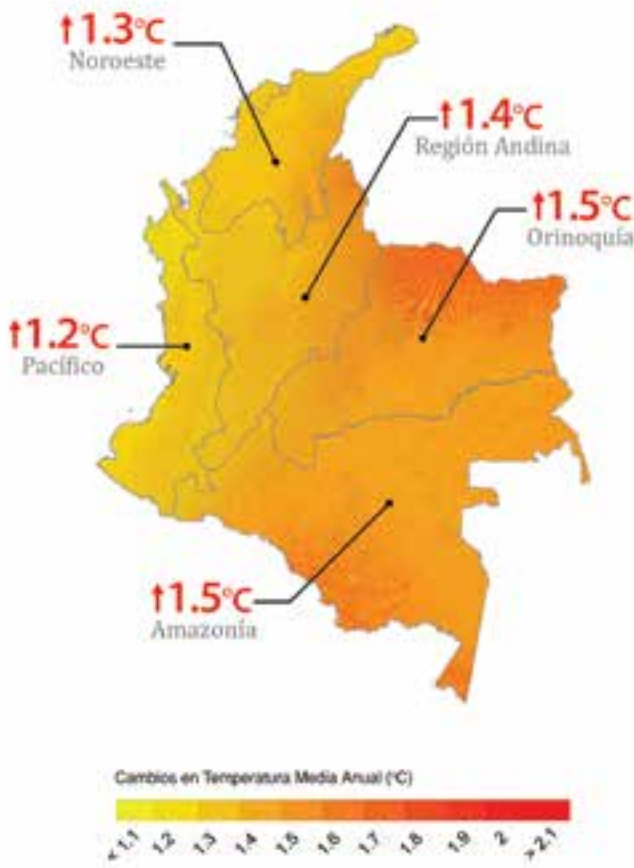
Las proyecciones en este capítulo muestran los escenarios posibles en la producción de maíz para el año 2030, bajo el supuesto de que no se lleven a cabo cambios inusuales en la producción, ni en la cadena de valor de este cereal. Los resultados de dichas proyecciones brindarán información puntual sobre los obstáculos a los que se podría enfrentar Colombia en los próximos años en la producción de este cultivo, y más aún, para cerrar la brecha creciente de la demanda. Cabe destacar que, considerando el alcance de las proyecciones, se diferencié entre la demanda de maíz amarillo y blanco, usados sobre todo para alimentación animal y consumo humano, respectivamente. Esto es importante ya que, como se resaltó en la sección anterior, la demanda de maíz amarillo y blanco sigue diferentes tendencias en Colombia justificando un análisis diferenciado para ambos tipos de maíz. Además, para las proyecciones se han separado los sistemas de producción de maíz de riego y de secano. Es sustancial tener esto en cuenta, en tanto que las tendencias históricas muestran que los sistemas de producción de maíz tradicionales están progresivamente cediendo el paso a los sistemas más tecnificados.

MAPA EFECTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Fuente: Elaboración propia con datos del Proyecto de inter-comparación de modelos de clima acoplados Fase 5 (CMIP5).

3.1. CAMBIOS EN TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL (°C)

3.2. CAMBIOS EN PRECIPITACIÓN TOTAL (%)



Para desarrollar las proyecciones, se contempló la variabilidad climática: los efectos del cambio climático se calcularon usando múltiples modelos y escenarios para Colombia. Como se muestra en el Mapa 3.1, los escenarios climáticos para 2030 indican un incremento general de la temperatura en todo el país (con mayor intensidad en el sur), lo que podría causar escasez de agua para la producción agrícola. Los escenarios, como se observa en el Mapa 3.2, también muestran un aumento en tasas de precipitación anual, en especial en las regiones Andina y Pacífico, mientras que en las regiones Orinoquía y Amazonía, al igual que en el extremo norte de Colombia, se puede ver una disminución en la precipitación. Estos efectos pronosticados incidirán en la producción agrícola y por esta razón, se tienen en cuenta para los sistemas de producción de maíz en Colombia.

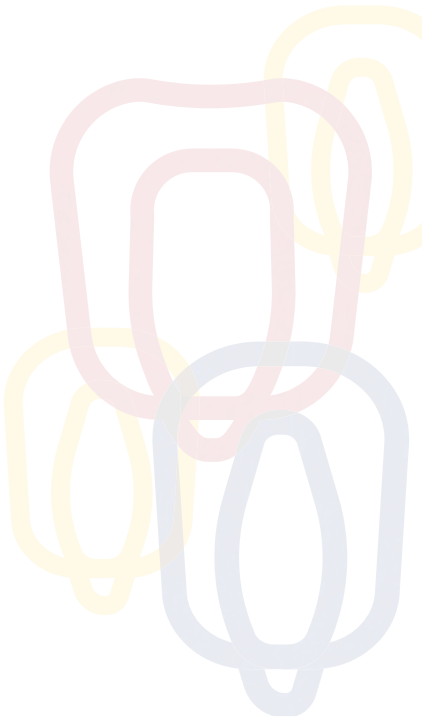
Así mismo, se consideró que la producción del maíz, al estar supeditada a los mercados agrícolas globales, requeriría de un enfoque basado en escenarios que involucren factores como cambios poblacionales, comportamiento de los consumidores, ingresos, desarrollo de tecnologías y climáticos. De ahí que, el análisis de área, rendimiento, producción, demanda e importaciones que se describirán en este capítulo, se realizó utilizando el modelo International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT, por su sigla en inglés). Esto está compuesto por un conjunto de modelos integrados (clima, cultivo y economía). IMPACT, se define como un modelo económico de equilibrio parcial multimercado de 70 materias primas. Los resultados de este análisis se encuentran asociados a niveles de producción, comercio internacional, demanda, seguridad alimentaria, precios internacionales, entre otros. La producción se modela a nivel subnacional en regiones llamadas Unidades de Producción de Alimentos (Food Production Units - FPU, por su sigla en inglés). En el caso de Colombia, se incluyen 3 FPU principales, que corresponden a cuencas hídricas con divisiones sociopolíticas y se definen para conectar los modelos de agua en IMPACT y así calcular cambios de área y rendimiento en el cultivo de maíz. Esta desagregación regional no solo permite la conexión con estos modelos, sino que también provee la posibilidad de agregar el choque climático a las ecuaciones de rendimiento por FPU obteniendo resultados heterogéneos a nivel geográfico.

TABLA 3.1 EL MARCO SOCIOECONÓMICO, AMBIENTAL, POLÍTICO Y TECNOLÓGICO APLICADO EN ESCENARIOS DE IMPACT

Fuente: Robinson et al., 2015.

Socioeconómico	Crecimiento poblacional
	Niveles educativos
	Migraciones rural - urbana
	Producto interno bruto y desarrollo económico
	Distribución de ingresos entre hogares
	Comportamiento del consumidor
	Transmisión de precios y tasas de cambio
	Costos de insumos (fertilizantes, pesticidas, energía y otros)
Ambiental	Disponibilidad y uso de recursos clave como tierra y agua
	Cambio climático
Político	Inversión pública en investigación y desarrollo agrícola
	Política comercial (impuestos, aranceles, políticas de apoyo al consumidor y al productor)
Tecnológico	Cambios en productividad agrícola por mejoras en variedades y prácticas de manejo

Los escenarios modelados con sus narrativas de futuro posible tanto en lo climático como en lo económico se explican por los siguientes componentes: las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por su sigla en inglés), que a nivel global incluyen distintos retos que tiene la sociedad para mitigar y adaptar los efectos del cambio climático, y las Trayectorias



de Concentración Representativas (RCP, por su sigla en inglés), que representan los niveles potenciales de emisión de gases invernadero en la atmósfera. En este análisis de escenarios para el maíz en Colombia se usaron tres distintos SSP, resumidos en la Tabla 3.2. Para los escenarios que se muestran en este capítulo, se utilizó el promedio de los RCP para cada SSP, con la excepción del de referencia (*statu quo*), un escenario donde se asume que las condiciones históricas de clima continuarán durante el período proyectado. Dado el incremento continuo de emisiones de gases invernadero, este escenario no es realista, pero ofrece un contrafactual útil para aislar los efectos del cambio climático de otros supuestos. Cada uno de los 3 escenarios tiene dos versiones, en donde en una se contemplan los efectos del cambio climático y en otra no. Es así como, al final se analizaron 6 escenarios: SSP1, SSP2 y SSP3 con efectos del cambio climático y SSP1_NoCC, SSP2_NoCC y SSP3_NoCC sin cambio climático.

Este modelo ha sido diseñado para analizar escenarios y prospectivas (futuros globales) y no necesariamente para realizar pronósticos de producción agrícola y seguridad alimentaria a escala nacional. Este análisis de escenarios se enfoca en las dinámicas del sistema, generando un mapa de ruta con futuros posibles. Por esta razón, este análisis considera las variables de producción y demanda de maíz en Colombia, incluyendo tendencias e interacciones no lineales que pueden desviarse significativamente de las tendencias de los últimos 50 años.

TABLA 3.2 NARRATIVAS RESUMEN DE LAS TRAYECTORIAS SOCIOECONÓMICAS COMPARTIDAS (SSPS)

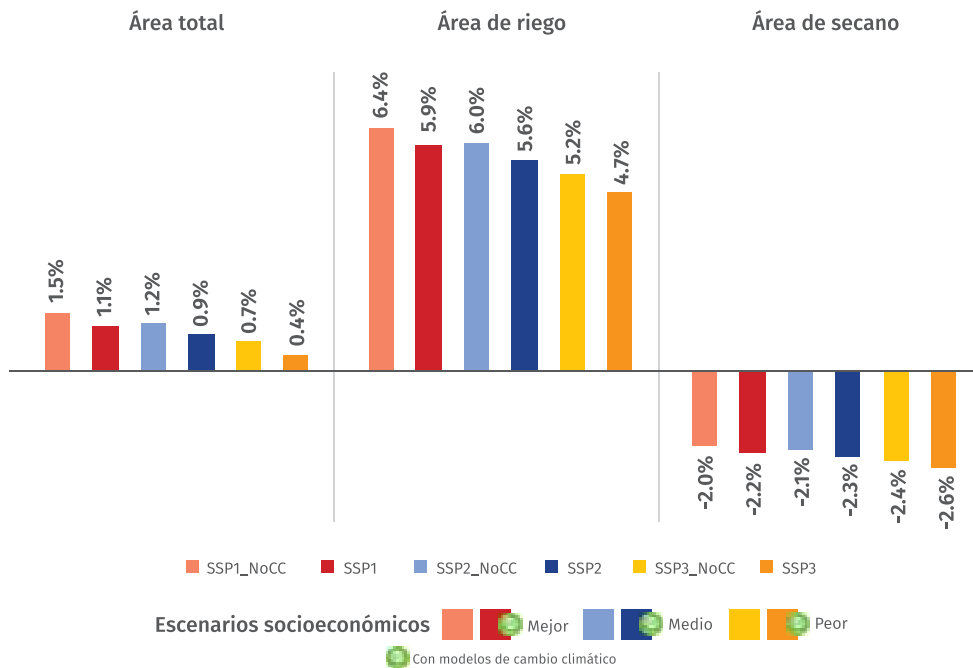
Fuente: Robinson et al., 2015.

SSP1 Escenario eficiencia de recursos	Bajo este escenario positivo, el desarrollo sustentable se da con niveles de inversión en investigación y desarrollo relativamente altos, lo que lleva a un cambio tecnológico rápido (con enfoque en la sostenibilidad), disminuyendo la desigualdad, la intensidad de uso energético y con alta productividad del suelo. Esta trayectoria de desarrollo conduce a un futuro donde la sociedad puede, de manera relativamente fácil, mitigar o adaptarse al cambio climático. Hay un crecimiento económico alto, una tasa de crecimiento poblacional baja y niveles de educación en aumento a nivel global.
SSP2 Escenario business as usual	Este es el escenario intermedio que sigue las tendencias históricas (<i>statu quo</i>). El desarrollo económico continúa, pero no es uniforme. La degradación ambiental sigue, pero a paso lento. Hay mejoras generales, pero mucho más lentas que en SSP1. El cambio climático presenta retos moderados en cuanto a mitigación y adaptación.
SSP3 Escenario de fragmentación	Este es un posible escenario negativo que se caracteriza por la intensificación del proteccionismo con niveles de conflicto más elevados y retos a la cooperación global y regional. Aumentan las barreras al comercio y los países tienden a mirar hacia adentro a costa de cooperación globalizada. Hay niveles reducidos de cambio tecnológico. El desarrollo económico es lento y la tasa de crecimiento poblacional es alta. El cambio climático presenta retos significativos tanto para mitigación, como para adaptación.

3.1 Área destinada para la producción de maíz

El área cosechada se calcula usando los cambios en el costo de la tierra, el producto de la renta marginal y distintas tendencias de precios. Entre ellas: presión poblacional, programas gubernamentales para expansión de área y la reducción de área, debido a la degradación del suelo o conversión de este a usos no agrícolas.

Las demandas competitivas de los distintos cultivos se calculan con una ecuación de equilibrio que determina la asignación de la tierra y asegura que todas las demandas de áreas de cultivo sumen el total de la oferta de tierra de cada FPU.

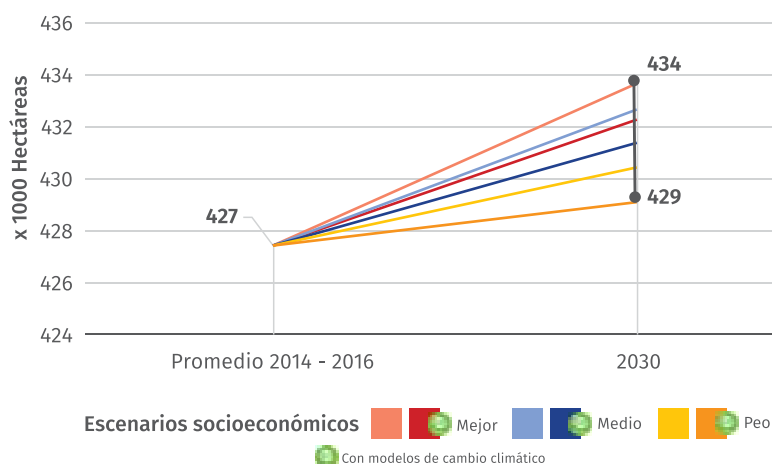


GRÁFICA 3.1 CAMBIOS PORCENTUALES EN ÁREA TOTAL COSECHADA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN SISTEMA DE RIEGO Y SECANO

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.

Como se observa en la Gráfica 3.1, se espera un leve incremento en el área cosechada en los 3 escenarios de cambio climático versus los escenarios que representan la ausencia de este. En el escenario socioeconómico más optimista (SSP1) considerando los efectos del cambio climático, se espera un incremento total de área de 1.1%, explicado por un aumento de área irrigada de 5.9% y una disminución de 2.2% del área bajo sistema secano. Bajo el escenario pesimista, el área cosechada aumentaría potencialmente en un 0.4%; el área irrigada alcanzaría un 4.7% y el área de sistema secano un 2.6%.

Estos cambios, aunque son menores, indican un potencial rango de impactos en el uso del suelo para este cultivo, como respuesta a los cambios de las variables climáticas (temperatura y precipitación) y las trayectorias socioeconómicas evaluadas. Proyectando esto en 427,000 ha correspondientes al promedio del período 2014-2016, se deriva un rango de potenciales cambios en área de 429,000 a 434,000 ha a través de los distintos escenarios (Gráfica 3.2). En resumen, en los peores escenarios socioeconómicos futuros, el incremento total del área, aunque no del todo significativo, crecerá a una tasa menor, tanto en condiciones de cultivo irrigado, como de secano.



GRÁFICA 3.2 PROYECCIÓN DE ÁREA COSECHADA PARA 2030

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.

3.2 Áreas aptas para producción de maíz en 2030

EcoCrop es un modelo que calcula la aptitud climática de un sitio en particular, mediante la comparación de los niveles mensuales de precipitación y temperatura en ese sitio, con los rangos óptimos del cultivo. **EcoCrop** fue utilizado para determinar la aptitud climática para las áreas actuales de producción de maíz y las áreas potenciales para la producción de este cereal. La aptitud climática actual se determinó usando datos históricos de la base de datos WorldClim¹⁵. Para calcular la aptitud climática futura se usaron proyecciones de 31 Modelos de Circulación General (MCG) del Quinto Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés)¹⁶ para 2030 y el escenario RCP 4.5, que representa una trayectoria de emisiones de mediana intensidad.

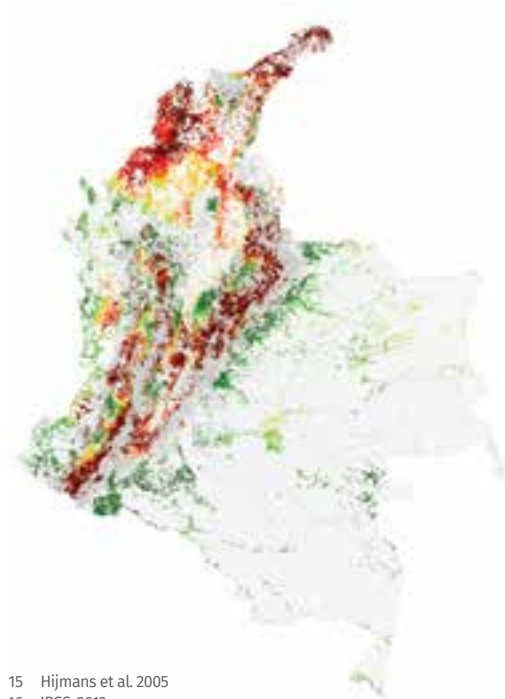
Para las áreas actuales de producción se identificó la ubicación de las fincas y después se verificó con los resultados que arrojó el modelo EcoCrop. En el Mapa 3.3 se muestra en cada punto la ubicación de fincas maiceras en 2016, donde el color proyectado sobre este representa la aptitud climática en 2030. Así mismo, en el Mapa 3.4 se visualiza la aptitud climática en 2030, pero a diferencia del anterior, en las áreas identificadas por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) como aquellas con potencial medio y alto para la producción de maíz. Al ver ambos mapas es posible predecir que, en algunas de las áreas actuales de producción de maíz como es el caso del departamento de Córdoba, la aptitud climática se verá reducida de manera significativa en 2030, lo cual tendrá un impacto negativo en el rendimiento en esas fincas. Análisis adicionales indicaron que esto se debe, en gran medida, a temperaturas elevadas y no a cambios de precipitación.

Infortunadamente, esto señala que trabajar solo en sistemas de irrigación no será suficiente, y que hará necesaria la adaptación a otros niveles también, para reducir el riesgo en un porcentaje de las áreas actuales con producción de maíz.

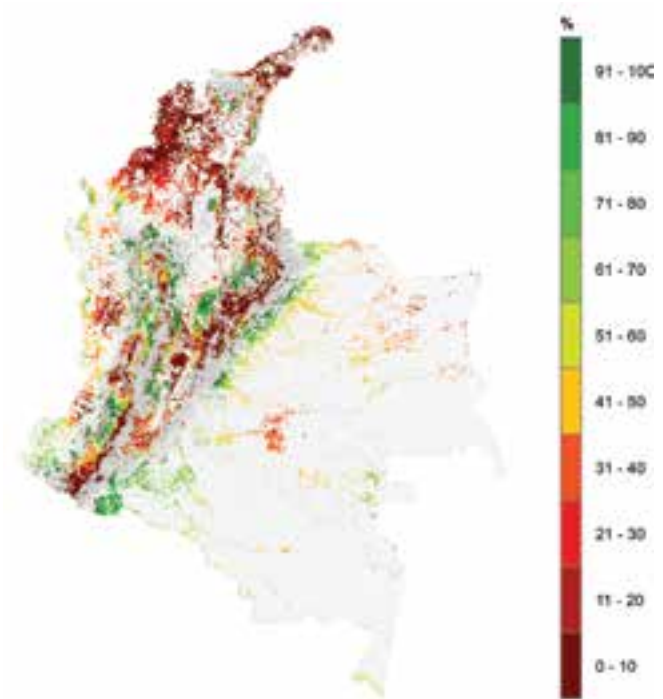
MAPA 3.3 FINCAS ACTUALES DE MAÍZ Y SU APTITUD CLIMÁTICA PARA EL CULTIVO ACTUAL Y EN 2030

Fuente: Superposición del modelo EcoCrop en el Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2014).

3.3.A. IDONEIDAD ACTUAL



3.3.B. IDONEIDAD EN 2030



¹⁵ Hijmans et al. 2005
¹⁶ IPCC, 2013

Hay oportunidad de crecimiento en otras áreas, que junto con una mejor infraestructura y la recuperación del orden público, podría tener alto potencial. En los últimos años, UPRA ha estado trabajando en el mapeo de áreas cultivables adicionales para producir maíz. Teniendo en cuenta varios factores agronómicos, socioeconómicos y agroecosistémicos, se han identificado 12 Mha con aptitud media y alta para cultivar este grano, que significa 30 veces más que el área que se usa actualmente para la producción de este cereal. Sin embargo, al añadir las predicciones climáticas, las áreas aptas para la producción de maíz en 2030 se ven muy distintas. Como se puede observar en el Mapa 3.4, solo una parte de estas áreas identificadas tendrán condiciones climáticas favorables en 2030.

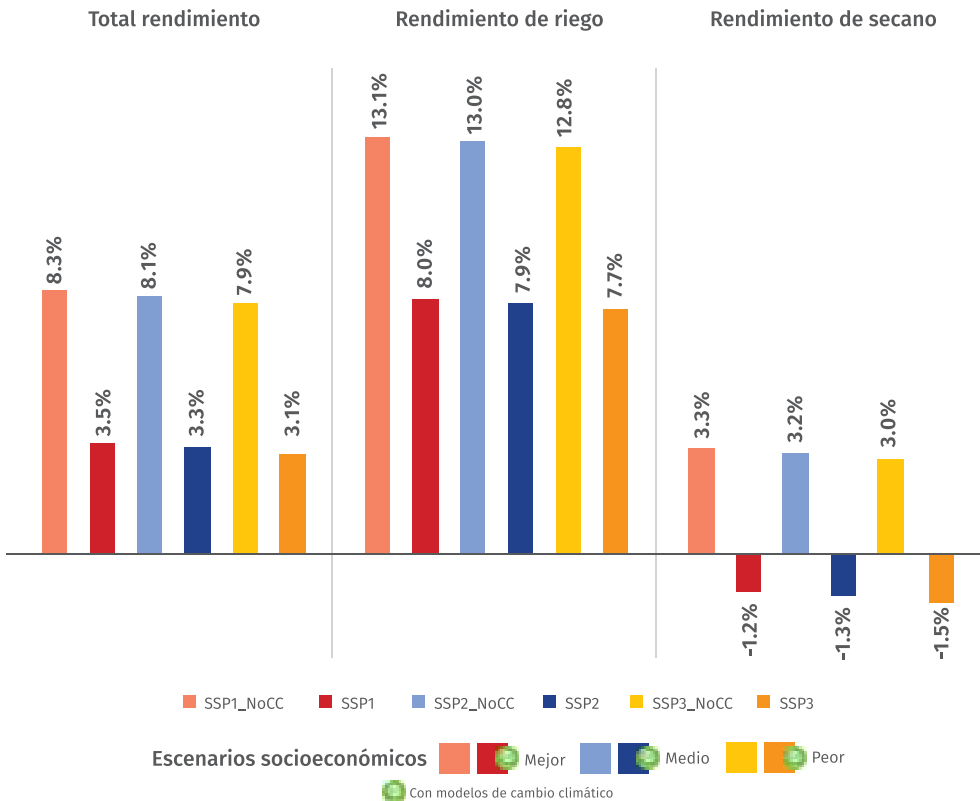
3.3 Rendimiento 2030

3.3.1 Rendimiento a nivel nacional

Los rendimientos del cultivo, según se calculan en el modelo IMPACT, son una función de precios de las materias primas, precios de insumos, agua disponible, clima y factores exógenos. En el modelo se separan los sistemas irrigados y de secano, y estos a su vez están vinculados directamente con los modelos de agua, que tratan el abastecimiento de esta

para irrigación y para secano, por separado. Esto permite al modelo capturar las diferencias significativas en rendimiento que se observan entre estos sistemas de producción.

Como se aprecia en la Gráfica 3.3, los diferentes escenarios no parecen afectar los resultados de los pronósticos de rendimiento. Por ejemplo, el aumento total de rendimiento es de 8.3% en el escenario optimista y de 7.9% en el escenario pesimista. Sin embargo, el impacto climático es relevante en todos los escenarios. En el escenario *statu quo*, donde nada cambia, los efectos en rendimiento total reducirían el crecimiento de 8.1% a 3.3%, y para maíz de secano de 3.2% a -1.3%. Cuando se proyecta esto sobre el rendimiento promedio entre 2014-2016 en el escenario socioeconómico pesimista, el aumento fluctúa entre 3.6 t/ha y 3.7 t/ha, incluyendo proyecciones de cambio climático, y 3.9 t/ha en el escenario socioeconómico optimista, sin tener en cuenta el cambio climático. En resumen, el cambio en rendimientos no es sensible a los diferentes escenarios socioeconómicos. Sin embargo, al integrar los impactos de cambio climático, temperatura y precipitación, estos exacerban los resultados de la productividad impactando en disminuciones significativas. Por último, es importante considerar que ambos elementos en conjunto pueden amenazar el sector maicero colombiano en 2030.



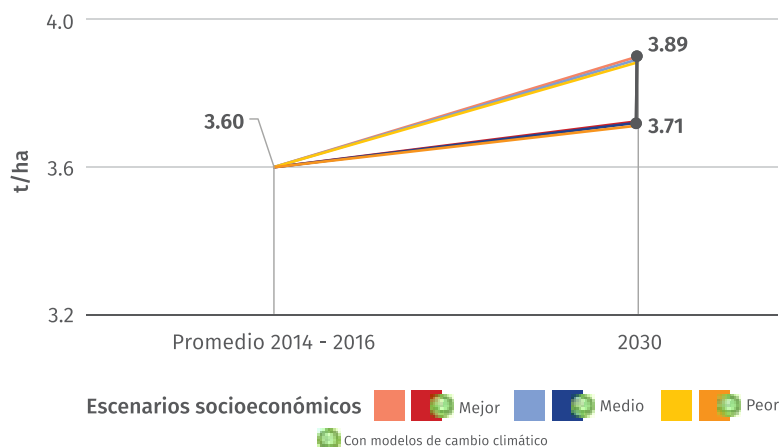
GRÁFICA 3.3 RENDIMIENTO TOTAL DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN SISTEMA DE RIEGO Y SECANO

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.



GRÁFICA 3.4 PROYECCIÓN DE RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ PARA 2030

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.



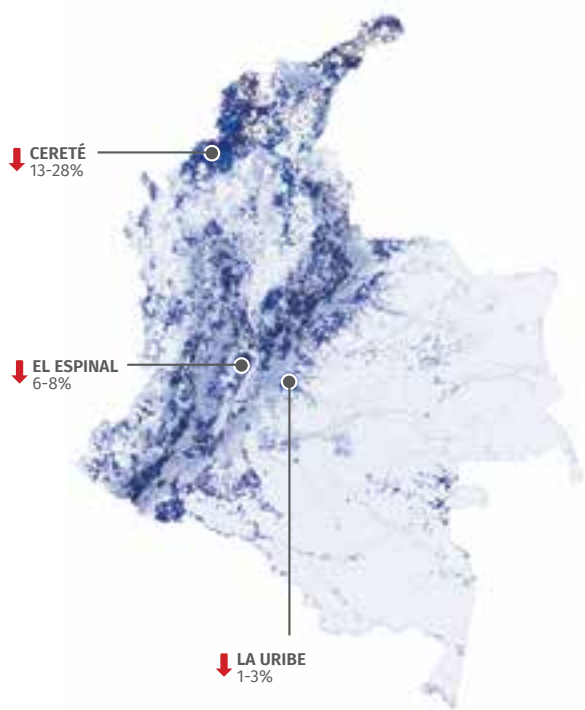
3.3.2 Rendimiento a nivel local

Para hacer proyecciones de rendimiento más específicas para 2030, se ha llevado a cabo un análisis que combina modelos climáticos y agronómicos (Mapa 3.4), utilizando el modelo del Sistema de Apoyo a Decisiones para Transferencia de Tecnologías Agrícolas (DSSAT, por su sigla en inglés), previamente calibrado y evaluado en Colombia por el CIAT y FENALCE. El análisis se realizó en tres localidades: Cereté (Córdoba), El Espinal (Tolima), ambas áreas importantes para el cultivo de maíz hoy en día; y La Uribe (Meta), región de posconflicto que a la fecha tiene un pequeño porcentaje de cultivo de maíz bajo el sistema tradicional, pero casi nada bajo sistemas tecnificados a pesar de que ha sido identificada como un área altamente apta para este cultivo por los modelos de UPRA y los modelos mencionados con anterioridad a escala nacional (ver Mapas 3.3 y 3.4). En las tres regiones se llevaron a cabo simulaciones de productividad del maíz para 3 híbridos calibrados con anterioridad (DK234, DK7088 y FNC3056), usando fechas de siembra recomendadas por FENALCE (por ser las más favorables) para 2 ciclos (o semestres) al año, para el período 1980-2013, y bajo condiciones de secano y de óptimo manejo. Para todas las proyecciones, se usó un escenario de emisiones intermedio (RCP4.5).

En general, bajo el clima actual, las tres regiones muestran una productividad promedio por encima de las 8 t/ha. El híbrido de mejor desempeño en las tres localidades es el DK234, mientras que los otros 2 (DK7088, FNC3056) tienen rendimientos inferiores. Los 3 híbridos, en las tres localidades presentan reducciones de productividad con diferente magnitud (ver Gráficas 3.5 y 3.6).

MAPA 3.4 ÁREAS ACTUALES DE CULTIVO DE MAÍZ CON REDUCCIONES EN RENDIMIENTO CALCULADAS PARA LAS 3 REGIONES

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo DSSAT.



De acuerdo con el análisis, en Cereté (Córdoba), se presenta la mayor afectación en el rendimiento de los híbridos, siendo el híbrido de producción nacional (FNC3056) el que presentará las mayores reducciones (28%) en potencial de rendimiento frente a los híbridos comerciales (13-15%). Lo anterior, debido a una reducción significativa en la duración del ciclo de cultivo, asociado al incremento en la temperatura (Gráfica 3.5). Es muy importante determinar a presente y futuro las metodologías de evaluación, adaptación y selección de semillas, ya que estos resultados muestran una marcada diferencia en desempeño. Por otro lado, se debe tener en cuenta que para esta región se proyectan grandes reducciones de rendimiento debido a la reducción en el ciclo de cultivo por las altas temperaturas y a las pérdidas en rendimiento por escasez de recursos hídricos. Esto resalta la importancia de diseñar estrategias de adaptación que combinen reducción del riesgo climático y el desarrollo de nuevas variedades adaptadas a los climas futuros.

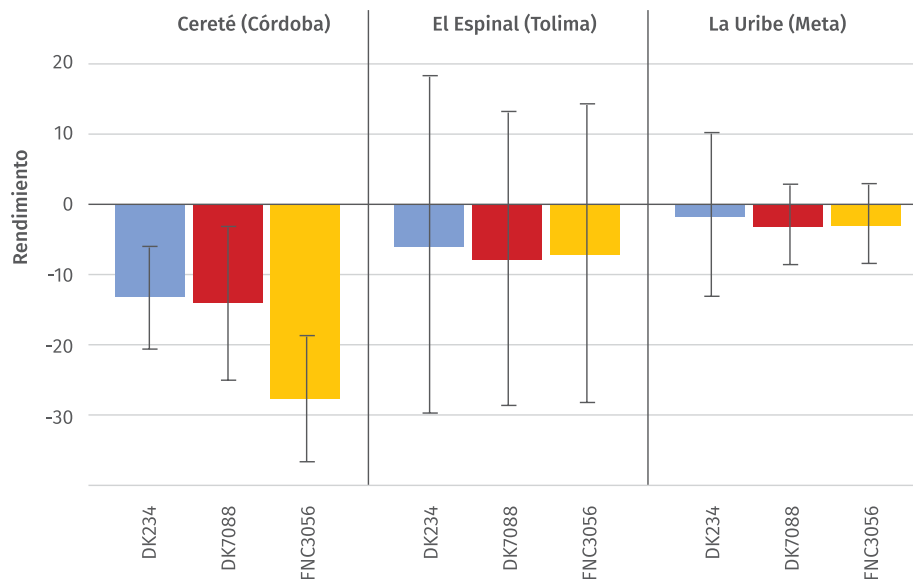
En El Espinal (Tolima), los distintos híbridos parecen tener desempeños muy similares. Sin embargo, la variación entre años y fechas de siembra es grande, indicando que los niveles de rendimiento no son muy estables en la región. Hay un efecto moderado del cambio climático en estos híbridos, sobre todo teniendo en cuenta la alta variabilidad en los rendimientos que ya existe. Al igual que en Cereté, para esta área sería necesaria la adaptación, especialmente al enfrentarse a la presencia de crisis climáticas mayores en el futuro.

En contraste, La Uribe (Meta) presenta una reducción menos significativa en rendimiento (1-3%) en relación con las condiciones climáticas proyectadas para 2030. Más aún, lo que se vislumbra en esta región es que el rendimiento puede ser bastante alto, tanto en los escenarios presentes, como futuros. Esta sería un área en donde incrementar la producción de maíz bajo estas condiciones tendría un efecto sustancial y sostenible en la producción del cultivo en Colombia.

En resumen, cuando se modelan los suelos y condiciones climáticas específicas de las distintas áreas geográficas, se obtienen patrones diferentes en los escenarios presentes y futuros. La aplicación del modelo permite determinar cuáles híbridos funcionarán mejor localmente y los impactos del cambio climático en estos. Por ende, este tipo de análisis será un insumo clave para una formulación de políticas mejor informadas, para planes regionales de adaptación o explotación del potencial con miras a ampliar el sector maicero.

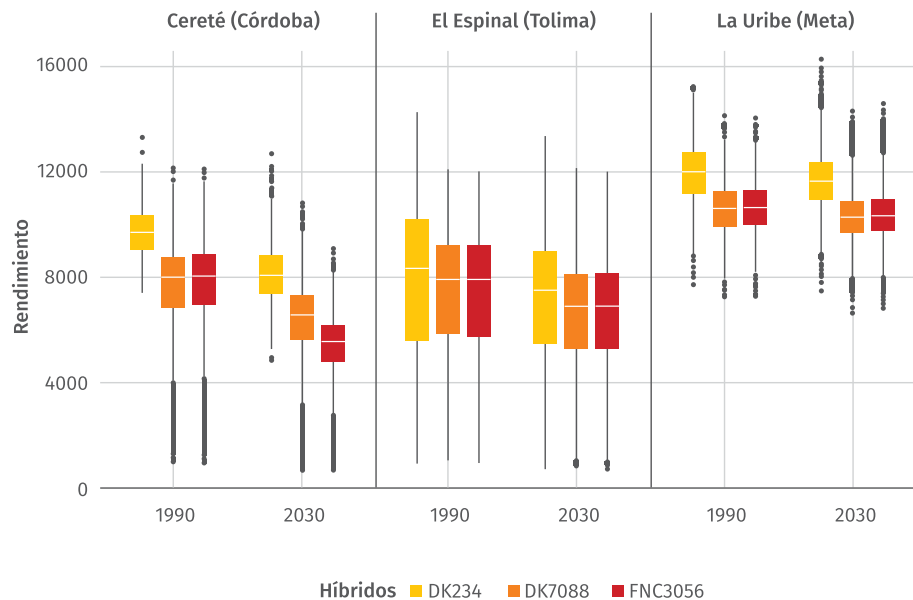
GRÁFICA 3.5 PATRONES DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA 2030 EN LAS LOCALIDADES DE CERETÉ, EL ESPINAL Y LA URIBE

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.



GRÁFICA 3.6 PATRONES DE RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ PARA 2030 EN LAS LOCALIDADES DE CERETÉ, EL ESPINAL Y LA URIBE

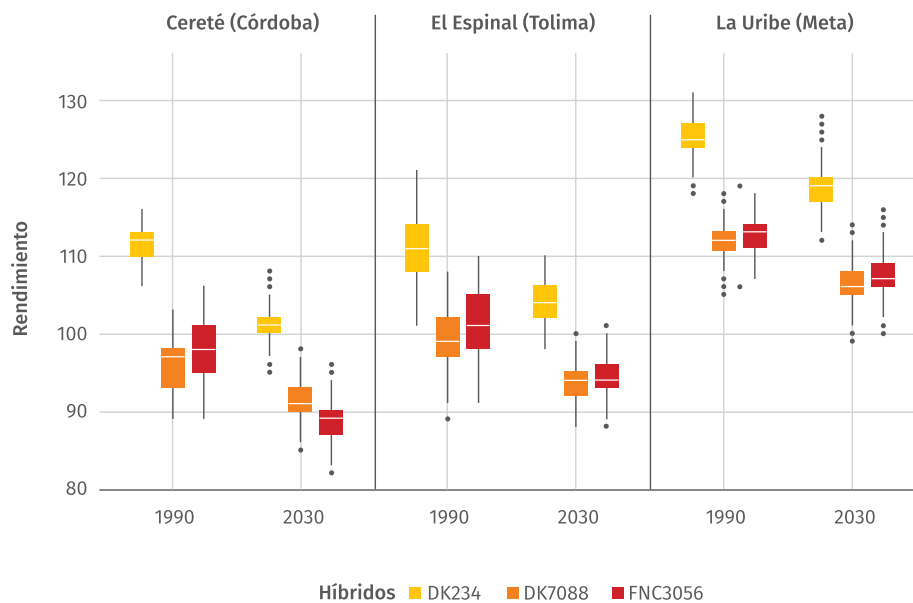
Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo DSSAT.



Híbridos DK234 DK7088 FNC3056

GRÁFICA 3.7 PATRONES DE RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ PARA 2030 EN LAS LOCALIDADES DE CERETÉ, EL ESPINAL Y LA URIBE

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo DSSAT.

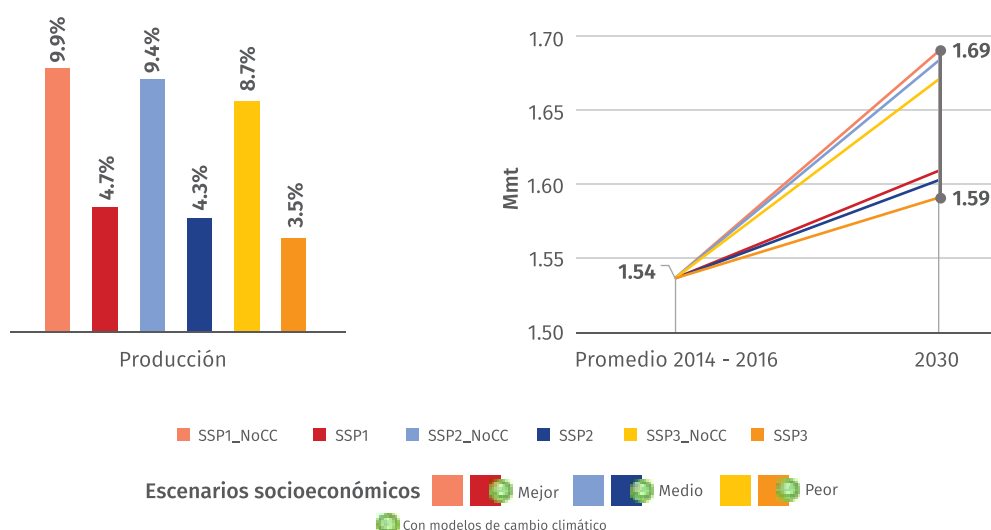


Híbridos DK234 DK7088 FNC3056

3.4 Producción 2030

En el modelo IMPACT, para calcular la producción agrícola se toman en cuenta los modelos de disponibilidad de tierra, asignación de tierra a producción irrigada y de secano, y por rendimientos. Los niveles de producción proyectados para maíz en 2030 tienen un crecimiento esperado de 9.4% en el escenario de *statu quo* (SSPS2), pero al considerar el cambio climático, la producción total no sería superior a 4.5%. Los escenarios socioeconómicos sugieren un efecto menor en el crecimiento de la producción: 9.9% en el escenario optimista y 8.7% en el escenario pesimista, ambos sin tener en cuenta el cambio climático. Al incluirlo, se llega a una tasa de crecimiento menor en los niveles de producción, de 4.7% a 3.5% en el escenario optimista y pesimista, respectivamente.

Proyectando estas tasas de crecimiento sobre el promedio del período 2014-2016, es decir, 1.54 Mt de producción total, se deriva un rango con potenciales cambios de 1.59 Mt en el escenario pesimista con cambio climático y 1.69 Mt correspondiente al escenario socioeconómico optimista sin cambio climático (Gráfica 3.8).



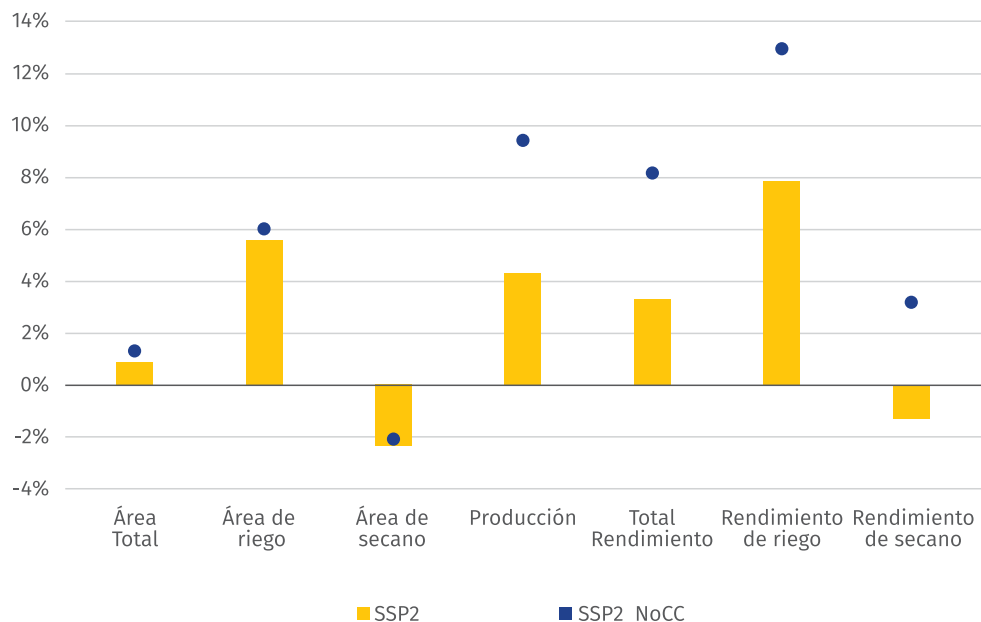
GRÁFICA 3.8 PRODUCCIÓN TOTAL DE MAÍZ Y PROYECCIÓN PARA 2030

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.

En síntesis, se estima que la producción aumentará en cualquiera de los escenarios. No obstante, los efectos del cambio climático tendrán un impacto negativo en el crecimiento de la producción. Aunado a esto, si se considera el efecto de los factores socioeconómicos sobre la producción de maíz, este impacto negativo sería superior al antes descrito. La Gráfica 3.9 resume los factores que determinan la producción de maíz en el escenario *statu quo* (SSP2): el rendimiento y área de cultivo tanto para sistemas irrigados, como para sistemas de secano. Para estos últimos, el área y el rendimiento muestran un cambio porcentual negativo para 2030, mientras para los sistemas irrigados se espera un crecimiento tanto en área, como en rendimiento. Los impactos negativos del cambio climático son mayores en los niveles de rendimiento, por tanto, se observa únicamente la mitad del crecimiento posible para la producción total de maíz en 2030.

GRÁFICA 3.9 CAMBIO PORCENTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ ENTRE 2016 Y 2030

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.

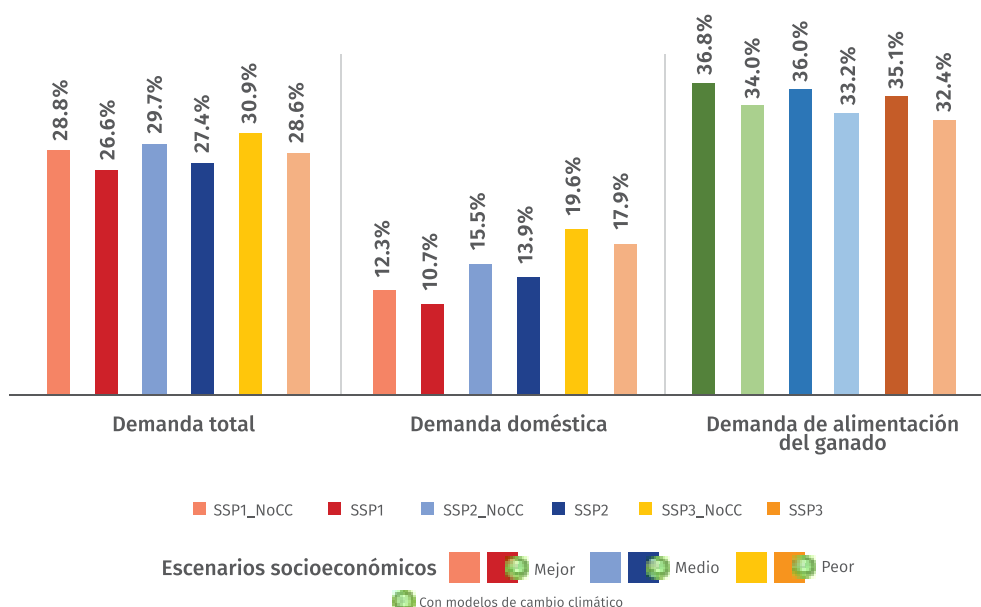


3.5 Demanda 2030

La demanda alimentaria (doméstica) es una función del precio de materias primas agrícolas y los precios de otras materias primas agrícolas competidoras, ingresos per cápita y población total. El ingreso per cápita, el incremento anual de la población, según la población específica del país, las tasas de aumento de ingresos y las tendencias varían de acuerdo con el escenario socioeconómico. Por otra parte, la demanda de maíz para alimentación animal se determina por dos componentes: las necesidades de alimentación animal definida por producción de ganado y requisitos de alimentación de este y los efectos sobre los precios, teniendo en cuenta posibles potenciales de sustitución entre distintos tipos de alimento. La ecuación también incorpora un parámetro tecnológico que indica mejoras en la eficiencia de los alimentos en el tiempo. En el caso del maíz, se ha considerado el cambio gradual en la demanda de productos alimentarios básicos a productos de alto valor como carne, especialmente en los países en desarrollo. Este supuesto responde al crecimiento económico esperado, el incremento en la urbanización y la comercialización del sector agrícola.

GRÁFICA 3.10 DEMANDA TOTAL DE MAÍZ BLANCO PARA CONSUMO HUMANO Y DE MAÍZ AMARILLO PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.

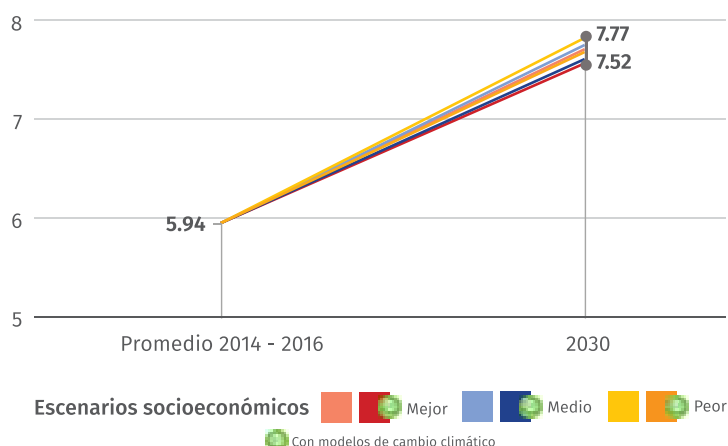


La Gráfica 3.11 expone el incremento potencial en la demanda de maíz para 2030. En este caso, la demanda de maíz destinada para alimentación animal y para consumo humano tiene tendencias opuestas, por lo que el crecimiento porcentual de la demanda total no varía mucho entre los distintos escenarios socioeconómicos. El maíz para consumo humano, considerando el cambio climático, aumenta en el escenario optimista en 10.7% y en 17.9% en el escenario pesimista. Para consumo animal, la tendencia es opuesta, mientras más positivo es el escenario socioeconómico, más crece la demanda de alimentación animal. Este crecimiento oscila entre 34.0% a 32.4% en el escenario pesimista, ambos incluyendo factores de cambio climático. Esta tendencia es lógica, considerando que el crecimiento económico va de la mano del aumento en el consumo de carne. Para ponerlo en cifras, se llegaría a una demanda total de entre 7.5 y 7.8 Mt para el año 2030.

3.5.1 Atendiendo la demanda de maíz en 2030

La producción y demanda nacional de maíz están ligadas a los mercados mundiales a través del comercio. En el modelo IMPACT, el comercio neto de materias primas es una función de producción, demanda y cambios en los inventarios, en donde los países con valores negativos son importadores netos, como es el caso de Colombia. Es decir, la demanda local es mayor a la capacidad de producción local. Como se mencionó antes, la producción tendrá un incremento de 4.3% en el escenario *statu quo* (SSP2). Sin embargo, este crecimiento no es significativo teniendo en cuenta el aumento creciente de la demanda total de maíz que se espera en Colombia en 2030 (27.4%) en el mismo escenario, incluyendo tanto el amarillo (33.2%) como el blanco (13.9%). Esto representará una brecha entre la producción y la demanda de entre 5.9 a 6.2 Mt, que deberá ser atendida importando maíz de otros países. Esto a su vez implica que la autosuficiencia de maíz nacional en Colombia será en 2030 aproximadamente 21%, mientras que para 2018 esta se calcula en 26%. Como se puede ver en la Gráfica 3.12, los resultados muestran que las importaciones de maíz incrementarán en 39.2%. Teniendo en cuenta estas cifras y considerando que Colombia está posicionado como el séptimo mayor importador de maíz en el mundo (2016), resulta muy probable que el país seguirá siendo uno de los mayores importadores de este grano a nivel global.

3.6 ¿Qué ocurre si no actuamos hoy?



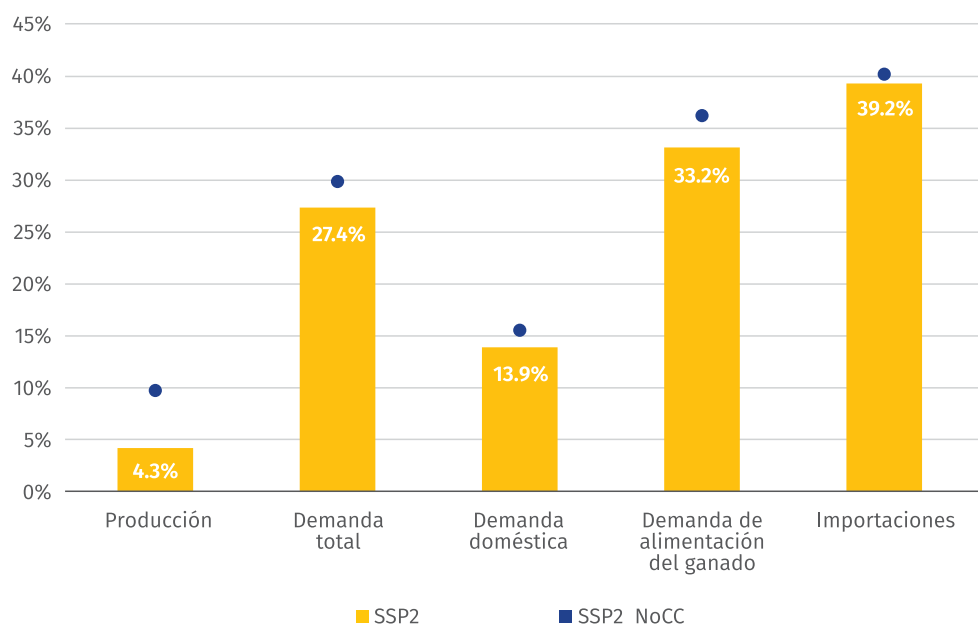
GRÁFICA 3.11 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE MAÍZ PARA 2030

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.



GRÁFICA 3.12 CUBRIENDO LA DEMANDA DE MAÍZ EN 2030

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT.



Cuando observamos la tendencia histórica y los modelos a 2030, la conclusión es que Colombia evoluciona en el sentido opuesto: cada vez se vuelve más vulnerable y menos autosuficiente en relación con uno de los cultivos más relevantes para su seguridad alimentaria. De acuerdo con los posibles escenarios a 2030, y simplificando el escenario SSP2¹⁷, el modelo intermedio que sigue las tendencias históricas, se espera que la demanda aumente en 27%, mientras que la producción únicamente crezca en 4%. Por tanto, para 2030, se tendrá un déficit de 5.9 Mt, resultando en un incremento de las importaciones de 39% y un retroceso de la autosuficiencia de 26 a 21% (ver Figura 3.1).

Cabe resaltar que el crecimiento se dará principalmente por el aumento en la demanda de maíz amarillo para consumo animal. Mientras que el crecimiento en la producción incluirá un aumento del 0.9% del área cultivada y del 3.3% en el rendimiento.

¹⁷ Con fines indicativos se ofrece una simplificación del modelo IMPACT para señalar las variables más relevantes, con el objetivo de discutir el escenario posible al que se dirige el sector del maíz en Colombia. Como se señala en la sección 3 de este documento, el modelo no hace pronósticos de producción agrícola y seguridad alimentaria a escala nacional, sino que ofrece un mapa de ruta con futuros posibles. En esta línea, y con el objetivo de incentivar una discusión, se ofrece una simplificación del escenario SSP2, considerado *statu quo* en el modelo IMPACT.



Actual

DEMANDA NACIONAL



PRODUCCIÓN NACIONAL



FIGURA 3.1 ESCENARIO *STATU QUO*, SI NO HACEMOS NADA

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT (simplificación de resultados).

2030

DEMANDA NACIONAL



PRODUCCIÓN NACIONAL





4. ¿Cómo lograr un futuro mejor?

Colombia cuenta con suficiente potencial productivo para dar un giro positivo para aumentar la producción y cubrir así un porcentaje significativo de las demandas básicas de su población y de la industria en el mediano y largo plazo. Por esta razón, el plan estratégico *Maíz para Colombia* está enfocado en sumar y articular las fortalezas de quienes ven en el maíz, un grano capaz de contribuir a modernizar el campo colombiano y de generar un futuro sostenible y rentable para sus productores.

A pesar del innegable potencial, Colombia presenta bajos índices de productividad promedio en comparación con los principales países productores. En la actualidad, el rendimiento promedio para maíz grano en Colombia se sitúa en 3.6 t/ha, mientras que en Estados Unidos es de casi 11 t/ha, y en la región, Argentina tiene un rendimiento promedio de 8.0 t/ha y Brasil de 5.6 t/ha¹⁸. Si a esto se suman los resultados de la proyección de *statu quo*, en donde se resalta que la autosuficiencia de maíz en Colombia continuará con una tendencia negativa y que el país importará casi 40% del total del maíz que se prevé consumirá en 2030 (déficit de 5.9 Mt), cabe preguntar si ¿son estos resultados deseables? y ¿si el escenario que resulta del *statu quo* es el óptimo? La respuesta a estas preguntas es negativa, si se busca que Colombia logre un nivel de autosuficiencia alimentaria, al menos, superior a la actual.

No obstante, *existen escenarios de producción óptimos viables para Colombia*. La meta recomendada por la FAO es mantener el 75% de autosuficiencia. Esto se traduce en producir localmente al menos 4.7 Mt (Figura 4.1), para lo cual, con base en las tendencias históricas y los modelos presentados, se necesitaría de un rendimiento promedio de 10.4 t/ha a nivel nacional. En la Figura 4.1 se señalan 4 escenarios: (1) el escenario al que se llegará de no cambiar la tendencia (modelo SSP2) y un nivel de autosuficiencia del 21%; (2) el escenario con un nivel de autosuficiencia del 50%, para lograr una producción de 3.1 Mt y un rendimiento promedio de 6.9 t/ha, así como los escenarios (3) y (4) para lograr 75 y 100% de autosuficiencia, respectivamente.

Colombia cuenta con suficiente potencial productivo para dar un giro positivo para aumentar la producción.

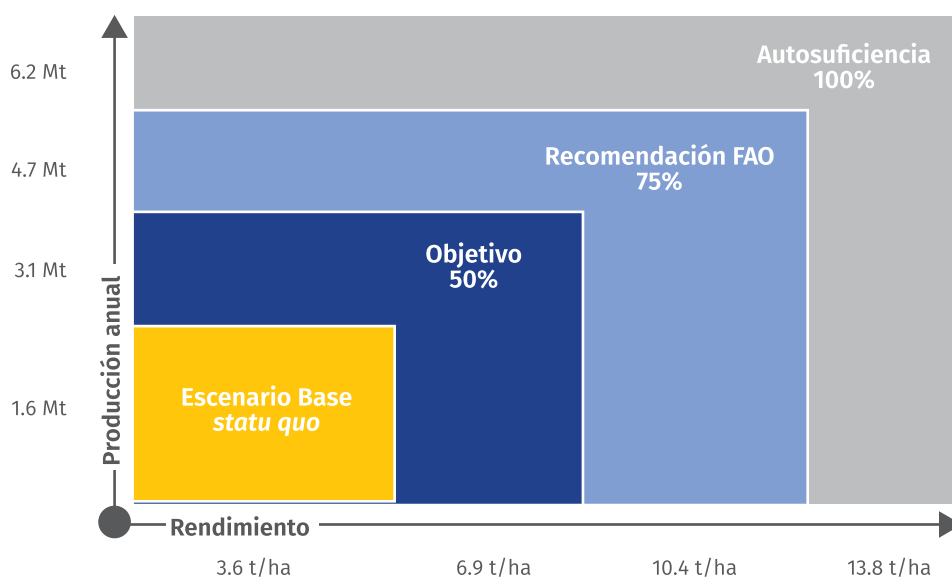


FIGURA 4.1 ESCENARIOS 2030

Fuente: Elaboración propia con base en datos calculados con el modelo IMPACT (simplificación de resultados- ver pie de página 15).

18 SDA, World Agricultural Production Report, 2018.

Maíz para Colombia busca transformar de manera positiva, no solo la forma de producir de los agricultores, sino también de otros actores que son indispensables para lograr una cadena de valor competitiva y sustentable.

4.1 Cambiar por el bien común

Cualquier iniciativa de transformación requiere un cambio. Alcanzar las metas mencionadas, por plausibles que sean, implica necesariamente cambios estructurales del sector y en particular de las prácticas productivas tanto del sistema tecnificado, como del tradicional. Es oportuno recordar que en 2016, el 70% de la producción de maíz se concentró en fincas tecnificadas y el 30% restante en las tradicionales¹⁹. El 73% del área total que se siembra con maíz, registra rendimientos por debajo del promedio nacional, produciendo solamente el 43% del maíz total del país²⁰.

Maíz para Colombia busca transformar de manera positiva, no solo la forma de producir de los agricultores, sino también de otros actores que son indispensables para lograr una cadena de valor competitiva y sustentable. Para satisfacer la demanda interna, enfrentando los retos del mercado global y la adaptación al cambio climático, se requiere de cambios que van desde el entorno de la investigación científica hasta la regulación e incentivo del comercio. No obstante, el principal desafío puede resumirse así: motivar a los agricultores para cambiar sus comportamientos, adoptando prácticas de cultivo y tecnologías que han demostrado ser productivas, acompañadas de una decisión política del gobierno y otros actores, para que esto sea posible.

4.2 Metodología para el cambio

Uno de los principales objetivos de *Maíz para Colombia* es definir las estrategias, denominadas *motores de cambio*, que permitan reorientar las tendencias observadas y proponer diferentes vías para lograr un escenario deseable para 2030. Para este fin, uno de los instrumentos más importantes de **MpCo** es el **Panel de Expertos**, cuya función fue identificar y sustentar los motores clave para la transformación del sector maíz con base en experiencias y casos de estudio relevantes al contexto de Colombia. Dicho Panel fue integrado por expertos en 6 áreas temáticas:

TABLA 4.1 TEMÁTICAS Y EXPERTOS DEL PANEL

Motor	Temática	Institución	Experto representante
1	Semillas y mejoramiento	AGROSAVIA	Carlos Galeano
2	Poscosecha, procesamiento y nutrición	HarvestPlus	Marília Nutti
3	Cambio Climático	CIAT	Julián Ramírez
4	Capacitación y extensionismo	FENALCE	Henry Vanegas
5	Mercado y comercio internacional	ANDI	Laura Pasculli
6	Posconflicto, infraestructura y desarrollo rural	UPRA	Daniel Aguilar

Con términos de referencia predeterminados, se les solicitó a los expertos que ofrecieran un panorama amplio en relación con su área temática de especialización, identificando, desde la evidencia de casos reales, motores de cambio con oportunidad de mejorar la situación del maíz en Colombia.

Adicionalmente, el equipo formulador de **MpCo** contó con valiosos aportes de expertos del CIAT, entre ellos Wietske Kropff, Jeimar Tapasco y Julián Ramírez (del panel de expertos) quienes trajeron sus contribuciones metodológicas de los modelos que fundamentaron la proyección del escenario *statu quo* 2030. Al igual que Yadira Peña y Daniel Aguilar en lo relacionado con el ejercicio de ordenamiento productivo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y su experiencia en el ámbito de las políticas públicas en torno a granos.

19 FENALCE, 2016.
20 Datos Abiertos del Gobierno de Colombia.

4.2.1 Identificación y validación de estrategias y acciones para Maíz para Colombia

A partir del proceso de priorización temáticas, los miembros del panel de expertos desarrollaron sus argumentos y casos de estudio con miras a la identificación de las siguientes prioridades, para definir la estrategia de *Maíz para Colombia* (Tabla 4.2).

TABLA 4.2 TEMAS CON POTENCIAL DE CAMBIO

Ámbito	Temas con potencial para el cambio
PRODUCCIÓN	Semillas y mejoramiento
	Cambio climático
	Capacitación y extensionismo
BIENESTAR	Poscosecha, procesamiento y nutrición
MERCADO	Mercado y comercio internacional
INFRAESTRUCTURA	Posconflicto, infraestructura y desarrollo rural

Los argumentos preliminares se retroalimentaron en varias sesiones de trabajo. A partir de estas discusiones, *los expertos identificaron y presentaron 6 motores de cambio* ante actores clave del sector agrícola en el marco del Taller de Escenarios 2030 realizado el 30 de agosto de 2018. La finalidad de estos motores fue proporcionar un marco de referencia, para la alineación y el acuerdo sobre acciones específicas, requisitos esenciales para el cambio.

A partir de la identificación de los 6 motores de cambio y junto con la retroalimentación de los expertos, durante el Taller de Escenarios se identificaron, de manera preliminar, objetivos generales, resultados esperados para 2030 y una lista acciones específicas en el corto, mediano y largo plazo para cada una de las estrategias planteadas (para conocer las actividades y resultados del Taller de Escenarios 2030, ver Anexo 1).

Una vez que se sistematizaron los resultados del Taller de Escenarios, estos pasaron luego por un proceso de validación, para determinar su relevancia. Proceso para el que se seleccionaron 19 actores representativos del sector relacionados con las áreas temáticas involucradas en el Taller de Escenarios 2030, con el fin de validar las acciones identificadas.



TABLA 4.3 INSTITUCIONES VALIDADORAS POR SECTOR

Sector	Institución validadora
Investigación	AGROSAVIA
	HarvestPlus
	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Organismo Internacional	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en Colombia
	Embajada de Reino Unido
	Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Colombia
Gremio	Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE)
	Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI)
	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC)
Asociación	Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC)
	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI)
	Asociación Colombiana de Semillas y Biotecnología (Acosemillas)
Gobierno	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)
	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)
Academia	Universidad de Los Andes
	Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá
Privado	Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola (Agro-Bio)
	Corteva Agriscience
	Grupo Bios

El proceso de validación se realizó entre diciembre de 2018 y abril de 2019, mediante entrevistas tanto presenciales, como virtuales, con los actores para valorar cada uno de los objetivos, resultados esperados y acciones identificadas, con base en 8 criterios de evaluación (ver Tabla 4.4) con una escala de calificación de 1 a 5. Adicional a la validación realizada con base en las acciones identificadas, todas las entrevistas arrojaron información adicional, lo que proporcionó referencias adicionales, para incluir en el alcance de la Planeación Estratégica de MpCo.

TABLA 4.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA VALIDACIONES

Criterios de evaluación	Puntaje				
1. Impacto social que la acción puede generar en el medio rural incluyendo la creación de empleos y la incorporación de los pequeños productores en la cadena de suministro.	1 Bajo	2	3	4	5 Alto
2. Cambios requeridos en la legislación o normatividad aplicable para implementar la acción.	1 Bajo	2	3	4	5 Alto
3. Recursos financieros requeridos para implementar la acción.	1 Bajo	2	3	4	5 Alto
4. Cambios o coordinación institucionales requeridos para implementar la acción.	1 Bajo	2	3	4	5 Alto
5. Conocimiento disponible y accesible relacionado con la acción.	1 Bajo	2	3	4	5 Alto
6. Existencia de experiencias previas relevantes o acciones similares disponibles que se puedan aprovechar para la implementación de la acción.	1 Bajo	2	3	4	5 Alto
7. Tiempo para terminar los trabajos preparatorios de modo que la acción comience a generar resultados.	1 Bajo	2	3	4	5 Alto
8. Visibilidad generada por la implementación de la acción.	1 Bajo	2	3	4	5 Alto



A partir del proceso de validación y con base en los resultados obtenidos de cada una de las entrevistas con las instituciones mencionadas, se realizó una reformulación de los motores de cambio y sus contenidos, definidos inicialmente en el Taller de Escenarios 2030. Estas modificaciones consistieron en la reducción de motores de cambio, pasando de 6 a 5. El motor que se integró dentro de los otros cinco a través de diferentes acciones específicas fue el motor 6 de “Posconflicto, infraestructura y desarrollo rural”. El motivo de esta integración fue porque se trata de temas transversales ubicados en la base de todos los motores.

Otro ajuste derivado de la validación es que el motor 2, originalmente llamado “Poscosecha, procesamiento y nutrición”; cambió su nombre a “Seguridad nutricional” para reflejar que su objetivo es combatir los problemas de desnutrición de la población colombiana, mediante acciones que incentiven el consumo humano de maíces blancos biofortificados. Así mismo, este motor respalda el acopio y almacenamiento, en particular, de las cosechas de productores del sistema tradicional. Es decir, propone diversas tecnologías de poscosecha que aseguren un almacenamiento adecuado del grano.

Finalmente, el motor 5 incorporó parte de los motores 2 y 6, transformando su nombre de “Mercados y comercio internacional” a “Vinculación de productores competitivos al mercado”. Cabe mencionar que muchas de las instituciones validadoras resaltaron la importancia de motivar a los productores a mantener una visión comercial y empresarial, para que adopten innovaciones tecnológicas que aumenten productividad, disminuyan costos e incrementen competitividad, al tiempo que generen confianza para lograr una vinculación estable y duradera con compradores locales, regionales y nacionales del maíz como materia prima.



5. Motores de Cambio

5.1 MOTOR 1. Adopción de semilla mejorada



Adopción de semilla mejorada por el 100% del área bajo sistema tecnificado y al menos 10% del área con sistema tradicional para 2030.

5.1.1 Antecedentes y justificación

El acceso a semilla de buena calidad es indispensable en cualquier sistema de producción, ya que contribuye de manera significativa no solo con la obtención de altos rendimientos, sino también con la producción de calidad y, por tanto, rentabilidad. La calidad de la semilla, y el potencial genético que conlleva, determina en gran medida el potencial del rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, adaptabilidad al clima de cada agroregión y la resiliencia a los impactos del cambio climático. Las semillas son reconocidas como el insumo básico de mayor importancia para todos los cultivos. Debido a su configuración genética, las semillas mejoradas, una vez empleadas junto con técnicas de cultivo sustentables como la Agricultura de Conservación (AC), pueden alcanzar rendimientos superiores a las semillas nativas. Sin embargo, hoy en día no todos los productores en Colombia tienen conocimiento sobre la importancia de la calidad de las semillas ni los medios para acceder a ellas.

El sector tradicional se caracteriza por pequeños agricultores que cultivan variedades de maíces nativos o variedades de semilla no certificada. Sin duda, los pequeños agricultores tienen severas limitaciones al acceso y uso de semillas de calidad por sus altos costos y los riesgos, para obtener una buena cosecha²¹. Para la mayoría de los productores en el sistema tradicional, la producción se destina al autoconsumo. Para este sistema, las semillas pueden tener un peso cultural y obliga a buscar la preservación de variedades que los agricultores han mejorado desde tiempos inmemoriales. De las 220 razas de maíz cultivadas en América Latina, Colombia cuenta con 23 razas y 5,600

accesiones de maíz que contribuyen a salvaguardar la biodiversidad de este grano²². En el Banco de Germoplasma del CIMMYT se conservan más de 28 mil accesiones de maíz, incluida la colección de maíces nativos más grande del mundo –que los agricultores han mejorado por décadas, siglos e incluso milenios–, como muestras de parientes silvestres del maíz, como los teocintles y el tripsacum, y muestras de variedades mejoradas.

El mejoramiento genético es una práctica tan antigua como la agricultura misma. Durante miles de años, la humanidad ha mejorado genéticamente todo tipo de plantas a través de procesos de selección y cruce. El maíz, cuya existencia data entre los años 8000 y 5000 a.C. y su domesticación en el siglo XIX, ha evolucionado por selección natural y por selección dirigida tanto por agricultores desde el inicio de las prácticas agrícolas, como por mejoradores profesionales en los últimos 160 años²³. La metodología de mejoramiento del maíz puede ser dividida en dos grandes grupos: 1) esquemas de selección recurrente para mejoramiento de las poblaciones; y 2) desarrollo de líneas puras e híbridos²⁴. En términos simples, un híbrido de maíz es resultado de la mejora genética de la especie que permite obtener líneas o padres que al ser cruzados entre sí produce una semilla híbrida. Un híbrido de maíz es un tipo de semilla que produce un rendimiento de grano superior al de sus padres, como consecuencia de un fenómeno biológico natural llamado heterosis o vigor híbrido. Hay 3 tipos de maíz híbrido: simple, triple y doble, según esté formado por 2, 3, o 4 padres, respectivamente. La mayor heterosis se expresa en el híbrido simple (Figura 5.1).

21 Arenas Calle, Wendy Catalina, et. al., "Análisis de los sistemas de semillas en países de América Latina" Ecofisiología, Metabolismo de Cultivos, Tecnología, Producción y Fisiología de Semillas, ISSN 0120-2812, p. 243.

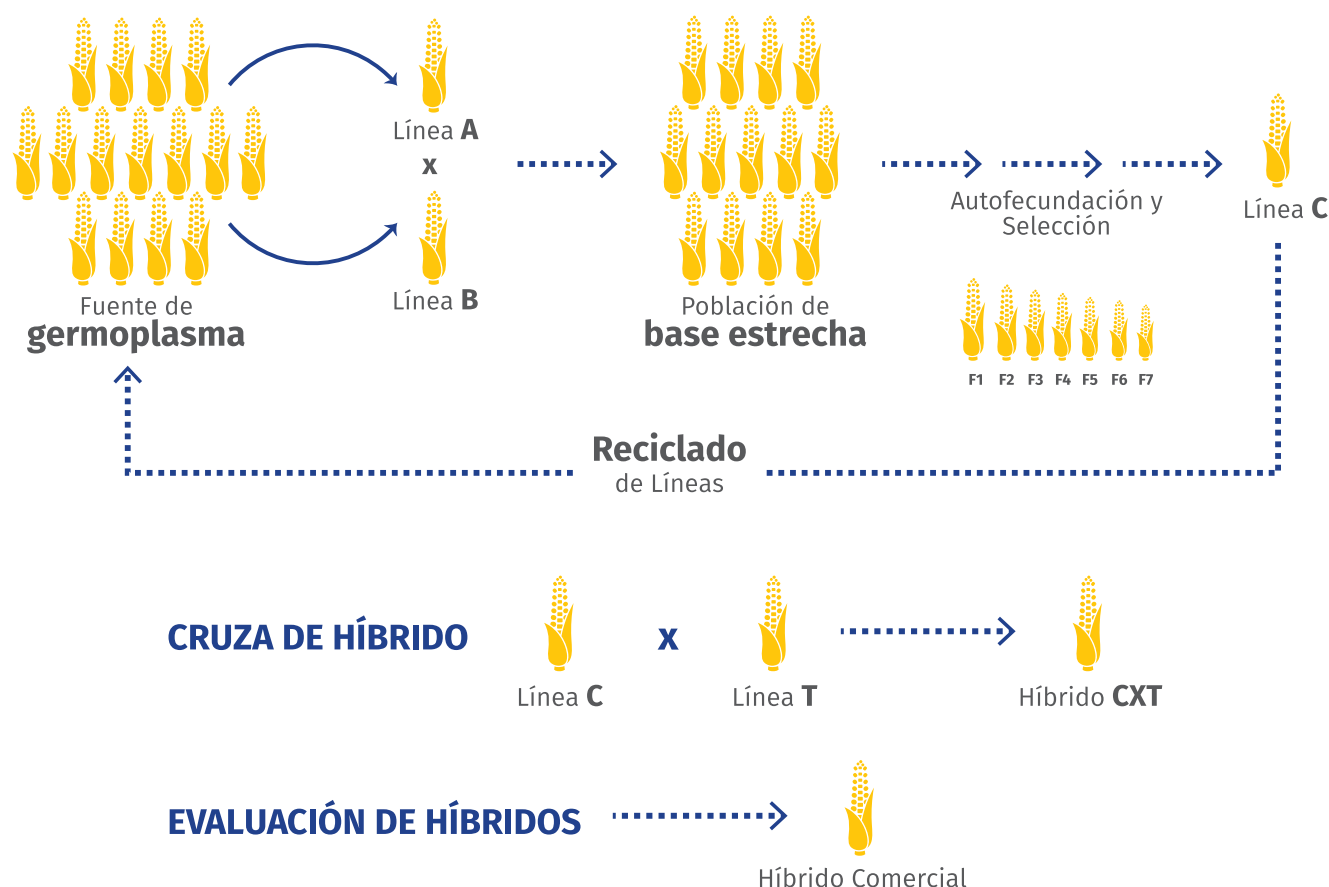
22 Cardona, José O. Análisis de diversidad genética de las razas colombianas de maíz a partir de datos Roberts et al., (1957) usando la estrategia Ward-MLM. CienciAgro [online]. 2010, vol.2, n.1 [citado 2019-06-11], pp. 199-207. Disponible en: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-14042010000100003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2072-1404.

23 Paliwal, R.L., "Consideraciones generales sobre el mejoramiento del maíz en los trópicos" en El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción, FAO, 2006.

24 *ibid.*, p.123.

FIGURA 5.1 DESARROLLO DE UN HÍBRIDO DE MAÍZ

Fuente: Arturo Silva, CIMMYT.



Algunas de las características que se buscan con esta técnica son: mejoras en el rendimiento y en la composición del grano, tolerancias a plagas y enfermedades, adaptación a situaciones de estrés abiótico, resistencia al acame y precocidad, entre otras. El proceso puede durar de 5 a 7 años. Para que este cruzamiento entre dos genotipos²⁵ diferentes genere un híbrido exitoso, la nueva semilla deberá poseer “una configuración genética única, resultado de ambos progenitores, y producir una planta con ciertas características, como una madurez específica, resistencia a enfermedades, cierto color de grano, calidad de procesamiento, etc²⁶.”

El éxito de cualquier programa de mejoramiento de maíz dependerá de la superioridad y utilidad de los recursos genéticos básicos que se emplean desde un inicio, y de los cuales se busca obtener variedades mejoradas e híbridos²⁷; dado que el híbrido no se produce en un laboratorio, sino en un campo de cultivo, además de su configuración genética, la calidad de la semilla híbrida estará determinada por los métodos de producción usados en campo.

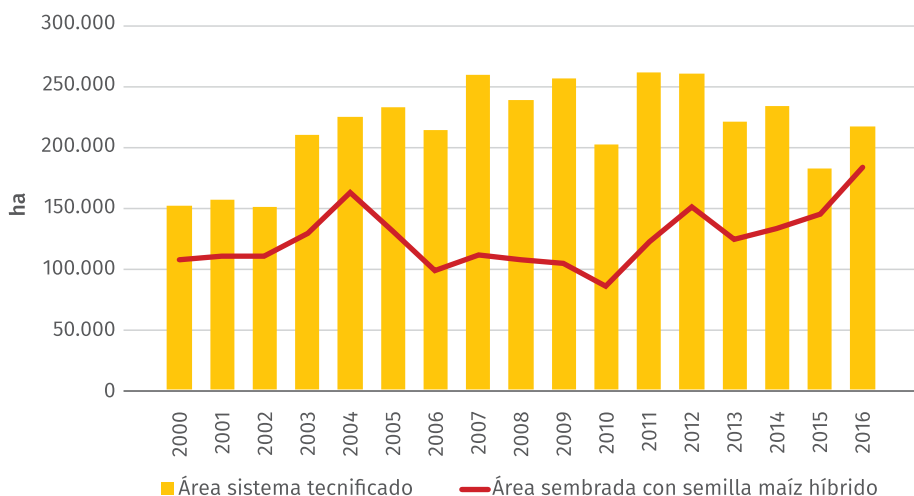
²⁵ El genotipo, junto con factores ambientales que actúan sobre el ADN, determina las características del organismo, es decir, su fenotipo. De otro modo, el genotipo puede definirse como el conjunto de genes de un organismo, y el fenotipo como el conjunto de rasgos de un organismo.

²⁶ MacRobert, J.F., et al., 2015, “Manual de producción de semilla de maíz híbrido”. Disponible en: CIMMYT <http://repository.cimmyt.org:8080/xmlui/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultada el 27 de abril de 2017).

²⁷ *ibid.*, p. 123.

5.1.2 Mercado de semillas en Colombia

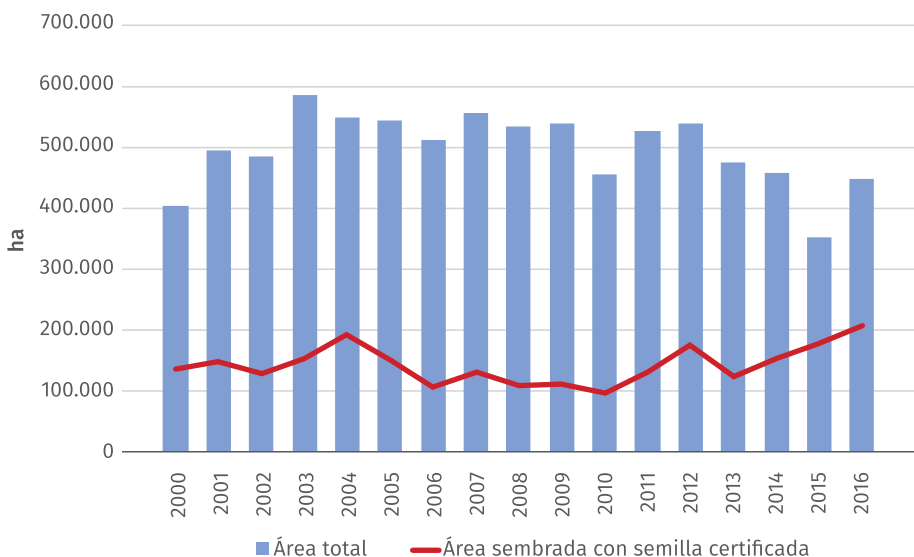
Actualmente, existe una brecha muy importante respecto a la adopción de semilla mejorada por sistema de producción en Colombia. Como se mencionó en la primera sección del documento, 48% del área sembrada pertenece al sistema tecnificado y 52% al tradicional²⁸. Por definición, la producción en sistema tradicional es aquella que no usa semillas híbridas ni tecnificación de riego, y la aplicación de fertilizante se limita a niveles de nitrógeno hasta de 40 kg/ha. En contraste, 84.5% del sistema tecnificado ha adoptado el uso de semilla híbrida²⁹ (ver Gráfica 5.1). Para el primer sistema, el rendimiento promedio es de 2 t/ha, mientras para el segundo es de 5.4 t/ha. La brecha de rendimientos resulta en un promedio nacional de 3.6 t/ha.



GRÁFICA 5.1 SUPERFICIE DE MAÍZ SEMBRADA CON SEMILLA DE MAÍZ HÍBRIDO EN EL SISTEMA TECNIFICADO 2000-2016

Fuente: Elaboración propia con datos de ACOSEMILLAS.

De las 451,471 ha sembradas con maíz en 2016, el 48% del área corresponde al sistema tecnificado (217,458 ha) en el que se siembra semilla certificada tanto de híbridos como de variedades. Del total del área en el sistema tecnificado, el 58.9% se cultiva con semilla de maíz híbrido, aunque en 2016 este valor incrementó a 84.5% (Gráfica 5.1). Aproximadamente un tercio del área total plantada con maíz se hace utilizando semilla certificada; a partir del año 2014 se observa la tendencia de un incremento en el área sembrada con semilla certificada (Gráfica 5.2), este aumento se debe al mayor uso de semilla híbrida: mientras que en el año 2000 el área sembrada con semilla híbrida fue de 107,163 ha, en 2016 fue de 183,804 ha (Gráfica 5.3).



GRÁFICA 5.2 ÁREA TOTAL DE MAÍZ Y ÁREA SEMBRADA CON SEMILLA CERTIFICADA 2000-2016

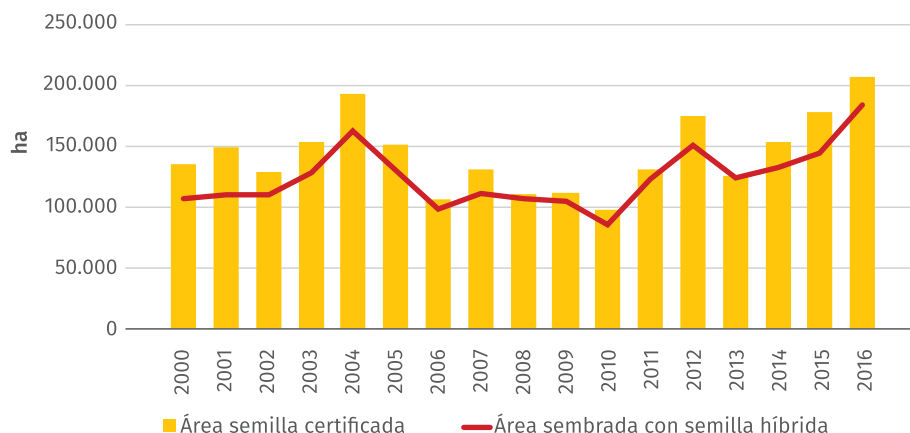
Fuente: Elaboración propia con datos de ACOSEMILLAS.

²⁸ FENALCE, 2016.

²⁹ ACOSEMILLAS, 2016- Venta de semilla híbrida en Colombia- datos de ventas de empresas semilleras.

GRÁFICA 5.3 ÁREA SEMBRADA CON SEMILLA DE MAÍZ HÍBRIDO EN RELACIÓN CON EL ÁREA SEMBRADA CON SEMILLA CERTIFICADA EN EL SISTEMA TECNIFICADO 2000-2016

Fuente: Elaboración propia con datos de ACOSEMILLAS.



Junto con el algodón, el maíz es uno de los cultivos que usa mayor porcentaje de semilla certificada³⁰. De acuerdo con la resolución No. 3168 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), es requisito para la producción de semilla certificada de maíz que los cultivares mejorados, variedades o híbridos, estén inscritos en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales, y para efectos de certificación se admite semilla de las categorías básica y certificada; para híbridos, solamente se acepta la categoría certificada. En esta resolución se detallan los requisitos específicos mínimos para la certificación que incluyen: siembra, aislamiento, pureza genética, inspecciones de campo, tratamiento, empaque y toma de muestras para análisis de calidad.

5.1.2 Buscar estándares de híbridos

Si bien el uso de semilla certificada es un objetivo importante para alcanzar semillas de calidad garantizadas, en el marco de la planeación estratégica de *Maíz para Colombia*, los híbridos representan el estándar de mejoramiento genético al que se aspira. Alcanzar este estándar implica un proceso de mejoramiento para la generación de las líneas parentales (padres), la formación de híbridos experimentales, su evaluación a través de diferentes ambientes (localidades) y la selección de los mejores híbridos. Experiencias en el CIMMYT muestran que los híbridos mejorados tuvieron incrementos de rendimiento-entre 37% en riego y 105% en secano en relación con los testigos regionales³¹. Este proceso normalmente toma 5 años de desarrollo hasta perfeccionar las cualidades del híbrido, aunque las técnicas más actuales pueden lograr disminuir ese tiempo en 2 o 3 años.

5.1.3 Oportunidades y casos de éxito

Con el fin de enfrentar estas limitantes e impulsar a pequeños productores para aumentar y estabilizar sus rendimientos, así como incrementar sus ingresos; en 2011 se implementó de manera institucional el programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), que es un proyecto de investigación y desarrollo rural puesto en marcha en México por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), antes Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el CIMMYT, que tiene como principal objetivo promover la intensificación sustentable de la producción de maíz y trigo, incrementando la rentabilidad e ingresos de los productores. MasAgro trabaja directamente con las comunidades de productores locales, para el desarrollo de capacidades a partir de

³⁰ Agronegocios, "Cultivos de maíz y algodón lideran en semillas certificadas," publicado 8 de marzo de 2019 (Consultado 6 de junio de 2019). Disponible en: <https://www.agronegocios.co/agricultura/cultivos-de-maiz-y-algodon-lideran-en-semillas-certificadas-2836848>.

³¹ Con base en información del CIMMYT acerca de los municipios en México en que opera, entre 2010 y 2015 los productores del programa MasAgro lograron un rendimiento promedio superior con respecto a los testigos regionales de 37% para maíz de riego y 105% para maíz de temporal en el ciclo primavera-verano.

Maíz genéticamente modificado

En octubre de 2007, el ICA aprobó el uso bajo siembras controladas de maíz genéticamente modificado, luego de realizar estudios en 1,350 ha controladas y estudiadas por el ICA, con híbridos de Monsanto y Dupont sembrados en las zonas de Caribe húmedo, Caribe seco y los Llanos Orientales. Las autorizaciones se hicieron bajo el modelo de siembras controladas previa aprobación del ICA (Informe Final, 2010. El beneficio económico por la adopción de la tecnología de OGM para maíz en Colombia. Agro-Bio, Universidad de los Andes, Corporación de Estudios Ganaderos y Agrícolas (CEGA)).

Un organismo genéticamente modificado (OGM) es aquel cuyo material genético ha sido alterado utilizando técnicas de ingeniería genética, la cual permite la modificación a través de la mutación, inserción o eliminación de uno o más genes en el genoma. Por el contrario, las variedades mejoradas de semilla o *híbridos*, como se ha descrito anteriormente, se originan por medio de la identificación de marcadores genéticos en el fenotipo de las plantas parentales y consiguientes cruces selectivos. A través de técnicas de visualización en laboratorio, que determinan la presencia de dichos marcadores, es posible valorar los rasgos que presenta el ADN de las plantas y, por ende, su potencial en términos de sus cualidades y adaptabilidad frente a diferentes condiciones ambientales y de cultivo. Sin embargo, la obtención de una nueva planta sigue un proceso de polinización tradicional, sin que se utilicen técnicas de ingeniería genética, por lo que los *híbridos* no se consideran organismos genéticamente modificados.

En 2018, según cifras del ICA, Colombia sembró 76,014 ha de maíz. El departamento con mayor área sembrada de maíz genéticamente modificado fue Meta con 21,510 ha, seguido de Tolima con 18,492 ha; no obstante, el total de área de maíz, tanto tradicional como tecnificado y transgénico fue menor respecto al año anterior. A pesar de los esfuerzos realizados por las casas productoras de semilla de maíz genéticamente modificado en cuanto a inversión y cumplimiento de requerimientos, las áreas sembradas con OGM en Colombia son bajas, debido aparentemente a la complejidad del sistema regulatorio (Informe Final, 2010).

esquemas de investigación colaborativa, el desarrollo y la difusión de variedades de semillas mejoradas de alto rendimiento y resilientes al cambio climático, y de tecnologías y prácticas agronómicas sostenibles.

El concepto de MasAgro se crea por el CIMMYT en 2008 a partir de la implementación de los primeros nodos de innovación o hubs, que tuvieron por objetivo atender las principales consecuencias de la crisis alimentaria mundial e impulsar la adopción del modelo de nodos de innovación, impulsando la cocreación y el desarrollo; la validación y adopción de prácticas sustentables e innovaciones entre productores de las regiones del noroeste y de Valles Altos de México. Es así como el programa inició su desarrollo en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, buscando fortalecer la seguridad alimentaria a través de la investigación y el desarrollo, la generación de capacidades y la transferencia de tecnología³².

MasAgro está compuesto de cuatro áreas que desarrollan investigación para el desarrollo de capacidades productivas: (1) MasAgro Biodiversidad, (2) MasAgro Maíz, (3) MasAgro Trigo y (4) MasAgro Productor³³. De manera general, la conjunción de estos componentes apuntó al cumplimiento de los siguientes objetivos:

1. Lograr rendimientos más altos y estables, mayores ingresos netos para los productores y la adopción de una cultura de conservación de los recursos naturales.
2. Promover la integración y colaboración de los actores de la cadena productiva del maíz, trigo y cultivos asociados para desarrollar, difundir y adoptar soluciones sustentables en zonas agroecológicas seleccionadas.
3. Promover el desarrollo del sector semillero nacional y contribuir a incrementar la producción de maíz en México a través de investigación colaborativa en recursos genéticos, para desarrollar híbridos blancos y amarillos de alto potencial de rendimiento y estabilidad.
4. Hacer mejoramiento participativo con productores de maíces nativos de México.
5. Aprovechar los recursos genéticos que conserva el CIMMYT y desarrollar tecnologías de punta y capacidades en México, para acelerar la generación de variedades de maíz y de trigo de alto rendimiento que son estables y tolerantes al cambio climático.
6. Fortalecer las capacidades de investigadores mexicanos para incrementar el potencial de rendimiento y la adaptabilidad al cambio climático de variedades mejoradas de trigo.

32 Cosechando Innovación: un modelo de México para el mundo, IICA, 2016, pg.58.

33 *ibid.*, pg.59-60

Componente MasAgro Maíz

Este componente de MasAgro promueve el desarrollo sostenible de los productores de maíz, tanto de grano como de semilla, mediante el mejoramiento participativo de maíces nativos y la generación de híbridos mejorados por métodos convencionales. Los maíces mejorados de MasAgro se evalúan en colaboración con el sector semillero nacional que comercializa los materiales mejor adaptados en las principales regiones productivas del país.

Logros que se destacan hasta ahora:

- Establecimiento de 17 grupos de ensayos de mejoramiento genético o agronómico, 16 viveros (mejoramiento genético o incremento de maíces nativos) y tres parcelas de manejo integral de fertilidad de suelos, como parte del proyecto de mejoramiento participativo de maíces nativos en 13 localidades de 11 municipios oaxaqueños, además de dos viveros de incremento-mejoramiento en Celaya, Guanajuato y Texcoco, Estado de México.
- Realización de 35 eventos de capacitación en los que participaron 407 productores (32% mujeres) de 61 comunidades oaxaqueñas, además de 47 técnicos y 64 estudiantes.
- En 2016, las empresas semilleras del consorcio MasAgro aumentaron en 6% su participación en el mercado de semillas respecto a 2011, mientras que el de las multinacionales disminuyó de 75% a 68%.
- El desarrollo de nuevos híbridos MasAgro, unido al crecimiento de sector semillero en los últimos seis años en México (32%), impulsaron un aumento en la disponibilidad de semillas en 1 millón de bolsas, y la oferta de nuevos productos que antes no se encontraban en el mercado, también se incrementó.
- En 2017, más de 30 pequeñas y medianas empresas nacionales produjeron los nuevos híbridos MasAgro y los vendieron en 24 estados, 118 regiones y 398 municipios del país, principalmente del sureste y Valles Altos.
- Los nuevos híbridos se comercializaron bajo 147 nombres comerciales, incluidos 46 híbridos y cinco variedades.
- Por añadidura y utilizando diversos criterios de producción, tipo de productores y macro-ambientes de maíz, se propusieron 26 zonas distribuidas en 8 estados como zonas de mayor impacto (zonas *quick win*): Chiapas (4), Veracruz (5), Campeche (2), Jalisco (2), Michoacán (3), Guanajuato (2), Guerrero (4) y Oaxaca (4).
- Las fichas técnicas, o tecnología de producción, de 16 híbridos MasAgro se pusieron a disposición de las compañías semilleras participantes.
- Producción de 11,074 kg de semilla en 2017, que se vio afectada por factores bióticos y abióticos; por ejemplo, en el ciclo de invierno, se encontraron plantas afectadas por fusarium que redujeron de manera drástica su producción de semillas; mientras que, en el ciclo de verano, algunas polinizaciones se afectaron por lluvias en el período de floración que disminuyeron la cantidad y calidad del polen disponible y, como resultado, la fecundación y producción de semillas.
- Distribución de 12,236 kg de semilla, específicamente 3,357 kg de semilla básica y 8,879 kg de semilla precomercial entre semilleras participantes y colaboradores de MasAgro Maíz.
- Establecimiento y manejo agronómico de 6 parcelas de evaluación-demostrativas de maíz amarillo MasAgro en Texcoco, Estado de México, Agua Fria, Puebla, Ameca, Jalisco, Puerto Vallarta, Jalisco, San Juan del Río, Querétaro, y Ocozacoautla, Chiapas.
- Identificación de 15 nuevos híbridos desarrollados en el CIMMYT (9 híbridos tropicales, 4 subtropicales y 2 de la región de los Valles Altos) como materiales competitivos y adaptados a las condiciones ambientales de las regiones meta.
- Producción de 6,151 líneas dobles haploides (DH) y finalización del proceso de inducción haploide en 27 poblaciones (2 de ellas son de germoplasma desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)).



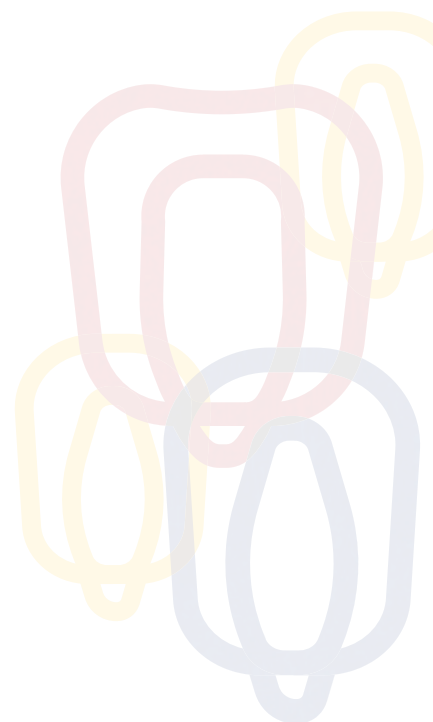
Como parte del programa y dada la importancia de contar con material genético de calidad, en 2011 se activó la red nacional de semilleros MasAgro con la participación inicial de 20 empresas mexicanas. Esta red ha crecido, integrando en 2017 a 60 empresas capacitadas en tecnologías de producción, administración de negocios de semillas, calidad y tecnologías de mejoramiento. La investigación colaborativa en material genético ha permitido acelerar el desarrollo de maíces mejorados. Así, a través de la red de evaluación, MasAgro, en colaboración con el INIFAP, cuenta con 160 localidades de prueba establecidas con la participación de 75 colaboradores en las tres principales zonas productoras de maíz, donde se evalúan un total de 90 híbridos del sector público y privado nacional.

La evidencia de los hubs o nodos de innovación del programa MasAgro, que se explica en el motor 4 más adelante, muestra que se pueden lograr incrementos incluso superiores al 100% de los rendimientos estatales promedio, con el uso de semilla híbrida en conjunto con las tecnologías adicionales como riego, fertilización integral, o cambios de cultivo.

Como parte del programa, desde 2011 se estableció una red nacional de semilleros denominada “Consortio de Semillas MasAgro” en la cual participan empresas mexicanas semilleras que son capacitadas en tecnologías de producción, administración de negocios, calidad y tecnologías de mejoramiento de semilla, como el uso de dobles haploides (DH). En 2015 se aportaron herramientas para monitorear la calidad de sus productos con un criterio uniforme alineado a normas internacionales. *Este esfuerzo público-privado impulsó una cadena de producción de semillas que conecta el mejoramiento y desarrollo de semillas con la producción y distribución comercial.* La Red de Evaluación de MasAgro multiplica y comercializa las semillas incluyendo los nuevos híbridos probados en la red de evaluación. Hasta 2016, las compañías semilleras produjeron cerca de 1.1 millones de bolsas de maíz híbrido de 20 kg, con un contenido de 60 mil semillas cada una.

El ejemplo de MasAgro Maíz destaca la demanda de un mercado de semilla híbrida y la existencia del potencial para aumentar los rendimientos a través de esta semilla. Se estima que en caso de que se lograra reconvertir las zonas del sureste de México, donde hoy se utiliza semilla nativa o variedad, los rendimientos promedio de las tres regiones podrían alcanzar un promedio de 5.5 t/ha. Esto es una mejora significativa si se considera que actualmente los rendimientos de estas regiones están por debajo del promedio nacional (3.5 t/ha): en las zonas Sur y Sureste el promedio es 1.7 t/ha; y, en la zona Centroeste, 2.1 t/ha.

El ejemplo de MasAgro Maíz destaca la demanda de un mercado de semilla híbrida y la existencia del potencial para aumentar los rendimientos a través de esta semilla.



Experiencias previas muestran que el uso de semilla mejorada, acompañado de prácticas agronómicas adecuadas, pueden incrementar los rendimientos y calidad de la producción de maíz en Colombia.

5.1.4 Mensajes claves

En general, se identifican algunos retos principales para el acceso a semilla híbrida en el país, que responden a problemas de oferta y demanda, respectivamente. Entre los desafíos del acceso de semilla está el de “agilizar la transferencia de material genético entre los sectores público y privado con el fin de facilitar el acceso de las empresas a las variedades adecuadas y adaptadas; acelerar la reglamentación y aplicación de leyes de semillas apropiadas³⁴”. Sobrepasar estos obstáculos requiere, sin duda, de la coordinación y colaboración del sector privado, las instituciones públicas y por supuesto la participación de los productores, para lograr el acceso y la adopción de semillas de alta calidad.

El caso de éxito de MasAgro en México indica que los agricultores ubicados en áreas de producción más aisladas y de menores recursos, por lo general no tienen acceso a la semilla proveniente de los sistemas convencionales de producción de semilla, ya sea porque no son sujetos de crédito o porque la industria de semillas no se interesa en esas áreas, pues sus ganancias no son atractivas³⁵. En el caso colombiano, el foco de las empresas semilleras está, como es de esperarse, en el sistema tecnificado, dejando poco más del 50% correspondiente al sistema tradicional sin la posibilidad de acceder a semillas de calidad.

De ahí que la expansión de un programa que facilite el acceso a semilla de calidad permitiría a los productores de maíz que existen en el país hacer uso de uno de los insumos más determinantes para lograr mejores rendimientos. El desarrollo del potencial de mercado de las semillas mejoradas puede contribuir, de manera significativa, a lograr los objetivos de aumentar la producción de alimentos, la productividad, la rentabilidad y la sustentabilidad. Con el uso de semilla mejorada de calidad se podría asegurar un incremento del rendimiento promedio en el sistema tecnificado de 5.4 a 6.5 t/ha y de 2 a 3 t/ha en el sistema tradicional.

Experiencias previas muestran que el uso de semilla mejorada, acompañado de prácticas agronómicas adecuadas, pueden incrementar los rendimientos y calidad de la producción de maíz en Colombia. La calidad y las características de las semillas mejoradas no solo debe asegurar mejores rendimientos, sino también cumplir con las necesidades de color, calidad nutricional y otros aspectos específicos que el mercado demande. El maíz, desde la semilla, debe cumplir con los requisitos para vincular a los productores, desde los más pequeños, con las demandas de consumo y el mercado. Para lograrlo, es importante que se impulse y divulgue los beneficios del uso de semillas de calidad que estén garantizadas técnica y jurídicamente.

En este sentido, es sustancial resaltar que se requieren cambios en cada uno de los eslabones y mecanismos de la cadena de valor de la semilla: desde centros de investigación públicos, entidades que multiplican la semilla básica, empresas semilleras, distribuidores, hasta los mismos productores. Así mismo, debe existir una sinergia entre el sector público, privado y de investigación, para que, junto con la disponibilidad y distribución de semillas mejorada, se responda a los desafíos de almacenamiento, comercialización, financiamiento y adquisición de insumos. El agricultor debe conseguir la semilla en el lugar que lo necesita, en tiempo oportuno y a precio justo. Una estrategia de esta naturaleza implicaría una alianza público-privada para satisfacer la demanda de semilla mejorada de maíz que permita que el 100% de los productores en el sistema tecnificado y al menos 10% de los productores en el sistema tradicional siembren maíz híbrido.

34 Langyintuo, A. S., et al. 2010. “Challenges of the maize seed industry in eastern and southern Africa: A compelling case for private-public intervention to promote growth”. Food Policy 35(4):323-33.

35 García-Salazar, J. Alberto, Ramírez-Jaspeado, Rocío, “El Mercado de semilla mejorada de maíz en México. Un análisis del saldo comercial por entidad federativa”. Revista Fitotecnía Mexicana [en línea] 2014, 37.

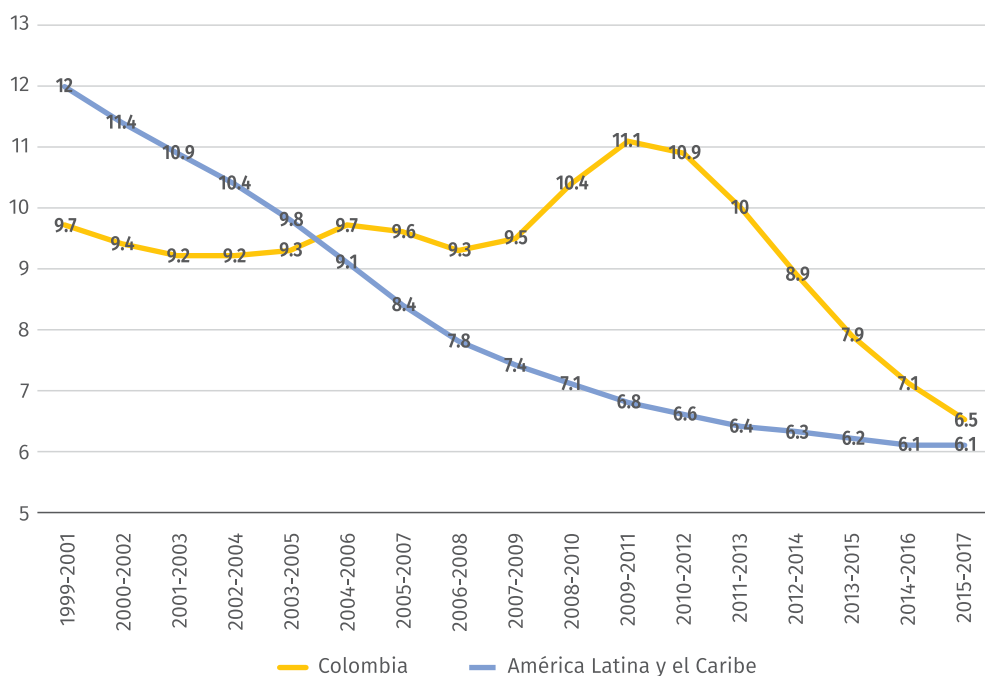
5.2 MOTOR 2. Seguridad nutricional



Alcanzar un consumo nacional humano del 50% de maíz blanco biofortificado con alto contenido de zinc para 2030.

5.2.1 Antecedentes y justificación

El hambre oculta o deficiencia de micronutrientes y vitaminas en la dieta es uno de los retos nutricionales que más amenazan la salud pública a nivel mundial y que imposibilitan el logro de la seguridad alimentaria y nutricional, así como la plena reducción de la pobreza. En el caso de Colombia, la prevalencia de la desnutrición si bien ha presentado una disminución constante desde 2010, esta no ha logrado situarse por debajo de la registrada en la región de América Latina y el Caribe. Con el 6.5%³⁶ de su población que presentaba problemas de desnutrición para el período 2015-2017, donde además el 10.8%³⁷ de los niños menores de 5 años presentan desnutrición crónica, y ante un panorama en donde la prevalencia de la desnutrición en el mundo se encuentra en un 10.9%, Colombia requiere tomar medidas para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional, así como una disminución en la vulnerabilidad de la población nacional ante enfermedades e infecciones derivadas de las deficiencias nutricionales.



GRÁFICA 5.4 COMPARACIÓN DE LA PREVALENCIA DE LA DESNUTRICIÓN (%) EN COLOMBIA Y EL RESTO DE LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 1999-2017

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO, 2019.

³⁶ FAO, 2019.

³⁷ Encuesta Nacional de Situación Nutricional de Colombia (ENSIN), 2015.

Las principales causas de la prevalencia de la desnutrición en el país, se atribuyen a deficiencias en micronutrientes como zinc, hierro y vitamina A. Acorde con datos de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional de Colombia (ENSIN) de 2015, la deficiencia en zinc afecta al 22% de la población colombiana, y en algunos departamentos afecta a más del 60% de la población³⁸. Por otro lado, las deficiencias en hierro afectan al 44.5% de las mujeres en edad gestante, lo que provoca que alrededor del 50% presenten anemia por esta deficiencia. Además, las deficiencias en vitamina A, que afectan a alrededor del 27% de niños y niñas menores a 5 años, provocan no solo una disminución en la capacidad del sistema inmunológico, sino el riesgo de desarrollar ceguera, impidiendo su correcto desarrollo. Considerando que la leche materna es una fuente importante de vitamina A para los niños en su desarrollo inicial, resulta primordial atender las deficiencias de micronutrientes de las mujeres en edad gestante.

TABLA 5.1 CONSECUENCIAS PARA LA SALUD POR DEFICIENCIA DE ZINC, VITAMINA A Y HIERRO

Fuente: HarvestPlus, 2018.

Deficiencia en zinc	Deficiencia en vitamina A	Deficiencia en hierro
Disminuye la capacidad del sistema inmunológico.	Retrasa el crecimiento en niños y niñas.	Aumenta la debilidad y la fatiga.
Contribuye al retraso del crecimiento y provoca pérdida de apetito.	Provoca daños en los ojos, y en casos graves ocasiona ceguera.	Perjudica el desarrollo mental y capacidad de aprendizaje.
Aumenta el riesgo de enfermedad diarreica y de contraer enfermedades e infecciones respiratorias.	Incrementa el riesgo de infecciones, como enfermedad diarreica.	Puede aumentar el riesgo de muerte de la mujer durante el parto.

Las principales causas de la prevalencia de la desnutrición en el país, se atribuyen a deficiencias en micronutrientes como zinc, hierro y vitamina A.

En este sentido, queda clara la importancia de que todo país, y en este caso Colombia, establezca políticas públicas integrales que permitan la seguridad alimentaria y nutricional de su población, pues la falta de las mismas trae consecuencias tanto sociales como económicas a nivel nacional y local. Acorde con datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en 2007, período en el que la prevalencia de desnutrición en Colombia aumentaba, el costo para la economía del país se calculó en alrededor del 10% del producto interno bruto (PIB) nacional³⁹.

Para evitar dichos costos y desarrollar estrategias efectivas para atender el hambre oculta en Colombia, se debe entender que existe seguridad alimentaria y nutricional cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico y económico a suficientes *alimentos inocuos* y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias, a fin de llevar una vida activa y sana. En 2015, *la inseguridad alimentaria prevaleció en el 54% de los hogares colombianos*, es decir, más de la mitad de estos continúa con dificultades para conseguir alimentos de calidad y nutritivos⁴⁰. Para Colombia, el reto se encuentra en asegurar para toda la población el acceso a alimentos de calidad, principalmente aquellos que conforman la canasta básica, como son arroz, carne, huevo, arepa, entre otros, ricos en nutrientes y de calidad para su consumo.

Un recurso importante para la producción de dichos alimentos de alto consumo entre la población colombiana es el maíz. Aunque hoy día la recomendación es limitar el consumo de carnes rojas, las tendencias en la dieta colombiana revelan que en las últimas décadas ha habido un incremento creciente de demanda de productos ganaderos, porcícolas y sobre todo avícolas, lo cual se ve reflejado en una alta demanda de maíz amarillo para alimentación animal.

Por otro lado, *el maíz blanco* presenta un consumo a nivel nacional del 15%, o bien un consumo per cápita de 30 kg anuales, mediante la elaboración de productos de la industria artesanal como la arepa, entre otros. Además, cabe destacar que el maíz prevalece en el 32% de la

38 ENSIN, 2015.
39 CEPAL, 2007-2008.
40 *ibid.*

alimentación de niños colombianos entre 4 y 12 años, en la del 16% de adultos ente 18 y 64 años y dentro de la del 22% de las mujeres en edad gestante⁴¹. El incremento en la demanda de estos productos y la relevante prevalencia del consumo de maíz blanco entre la población colombiana, amerita asegurar que este grano contenga los micronutrientes necesarios para alimentar propiamente a la población y con ello garantizar su adecuado desarrollo.

Según la FAO, el aumento de la disponibilidad y accesibilidad del maíz ha contribuido a un rápido descenso en el número de personas que padecen hambre en los países donde el maíz es uno de los alimentos básicos, tanto para alimentación animal, como para el consumo humano⁴². Tal es el caso de Asia en 2011, donde el consumo anual per cápita de maíz aumentó en más de 20 kg y la proporción de personas subnutridas disminuyó de 40% a 16%. Pero este avance no se debió únicamente al aumento en el consumo y en la disponibilidad del maíz en la región, si no en la carga de micronutrientes que este proporcionó a la población. La diversidad dietética y el uso de variedades biofortificadas de maíz tienen el potencial de hacer frente a las deficiencias nutricionales de cualquier país⁴³. Por ejemplo, *una arepa hecha de maíz biofortificado, tiene el potencial de aportar hasta 5 veces más zinc que las arepas elaboradas con un maíz comercial*.

De igual manera, a fin de asegurar el acceso a granos de maíz inocuo y rico en nutrientes para toda la población, resulta necesario que su producción se caracterice por estar libre de aflatoxinas, o bien micotoxinas generadas por hongos que pueden aparecer en cualquier etapa de la cadena de valor, desde la siembra, el secado, la cosecha o el almacenamiento del grano de maíz, lo que provoca impactos graves y crónicos en la salud humana y animal. Controlar la aparición de aflatoxinas en todas las etapas de la cadena de valor depende sobre todo de la adopción de buenas prácticas agrícolas durante todo el proceso del cultivo.

5.2.2 Oportunidades y casos de éxito

Los sistemas alimentarios biofortificados tienen el potencial para atender a más de 2 mil millones de personas en el mundo que no obtienen las suficientes vitaminas y minerales esenciales, tales como vitamina A, hierro o zinc, en sus dietas diarias, caracterizándose por padecer hambre oculta y ser altamente vulnerables a enfermedades, infecciones e incluso la muerte. Es por ello que, *para finales de 2018, alrededor de 21 países del mundo han incluido la biofortificación como un elemento fundamental en sus estrategias agrícolas y nutricionales*⁴⁴.

Para finales de 2018, alrededor de 21 países del mundo han incluido la biofortificación como un elemento fundamental en sus estrategias agrícolas y nutricionales.



FIGURA 5.2 OPORTUNIDAD DEL MAÍZ BIOFORTIFICADO CON ZINC

Fuente: HarvestPlus, 2018.

41 *ibid.*

42 FAO, 2011.

43 FAO, 2013.

44 HarvestPlus, 2018.

En el caso de Colombia, a inicios del mismo año, *se liberó la primera variedad de maíz alta en zinc, que lleva el nombre de BIO-MZN01* y fue generada por el CIMMYT con el apoyo de HarvestPlus, así como del Programa de Investigación de Maíz (MAIZE) y el Programa de Investigación de Agricultura para la Nutrición y la Salud (A4NH), ambos del Sistema CGIAR; con el fin de contribuir a combatir las deficiencias de este nutriente en poblaciones de las regiones que consumen maíz como alimento principal⁴⁵, como son Caribe, Orinoquía y Amazonía. Esta variedad de maíz biofortificado fue generada utilizando técnicas fitogenéticas tradicionales y contiene concentraciones naturalmente mayores de zinc, para contrarrestar consecuencias a la salud como infecciones respiratorias, diarrea o debilitamiento general del sistema inmunológico.

La estrategia de biofortificación de un cultivo como el maíz busca introducir los micronutrientes en variedades que ya poseen buenas características agronómicas, como son alto rendimiento y resistencia a enfermedades del cultivo, mediante técnicas de mejoramiento genético convencional, es decir, por medio de selección y cruce de plantas de la misma especie. En este sentido, su producción permite generar excedentes para ser comercializados a nivel local y fomenta el acceso a su consumo tanto en áreas rurales como urbanas. Este tipo de estrategias resultan tener un mayor alcance para atender un problema de salud pública como es la desnutrición en zonas rurales, ya que, en comparación con intervenciones complementarias de acceso a suplementos alimenticios, rara vez alcanzan a beneficiar a la población fuera de las zonas urbanas. Así mismo, cabe resaltar que las oportunidades de cultivos biofortificados, principalmente en América Latina (que destaca por no concentrar su consumo en un alimento básico en particular) debe centrarse en el desarrollo y adopción de variedades de granos biofortificados que pertenezcan a la canasta básica, para lograr un mayor impacto en la reducción del hambre oculta, impulsando sistemas agroalimentarios sostenibles.

La liberación de la primera variedad de maíz biofortificado en Colombia ha permitido visualizar el potencial existente en el país de incentivar la participación de diferentes actores, tanto público, como privado y sociedad civil, en una alianza para aumentar la demanda del mismo a nivel nacional. De tal forma que, *si bien ya existe un antecedente para la producción de alimentos derivados del maíz biofortificado y su uso para alimentación humana, es necesario establecer políticas integrales para la difusión de sus beneficios*: la importancia de su consumo, el desarrollo de más variedades que contengan mayores cantidades de zinc y vitaminas como la A, y que estas mismas variedades desarrolladas

sean resistentes a enfermedades comunes del maíz como la mancha gris, mancha de asfalto, virosis o la aparición de aflatoxinas en el grano; así como la adopción de estas variedades biofortificadas por los agricultores colombianos.

Entre los principales casos de éxito se han identificado estrategias integrales nacionales desarrolladas en la región de América Latina y el Caribe, en donde se busca reemplazar el uso de variedades convencionales por variedades biofortificadas de maíz, para impulsar no solo el consumo por sus beneficios nutricionales, sino también aumentar los rendimientos de su cultivo, impactando la vida de los agricultores.

5.2.3 Caso de éxito: Vinculación de la agricultura familiar de cultivos biofortificados en la alimentación escolar en Brasil

En 2009, la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) de carácter estatal, inició el proyecto BioFORT, como parte de una alianza internacional para desarrollar variedades con gran contenido de micronutrientes de alimentos de la canasta básica del país, entre los que se encuentran, arroz, frijoles, caupí, caña, yuca, patata dulce, maíz, calabaza y trigo. El proyecto tiene como principal objetivo reducir sustancialmente la desnutrición, que prevalece sobre todo en el Nordeste del país, y garantizar una mayor seguridad alimentaria mediante el aumento de los niveles de hierro, zinc y vitamina A en la dieta básica de la población.

El proyecto, cofinanciado por el gobierno federal, gobiernos estatales, instituciones de investigación y organizaciones internacionales como el programa HarvestPlus, que cuenta con el apoyo de la Fundación Bill y Melinda Gates, el Banco Mundial, entre otros, logró que para 2013 se beneficiaran a más de 11 estados del país, de los cuales alrededor de 15 municipios vinculan la agricultura familiar de estos cultivos biofortificados con la alimentación escolar local, donde más de 1,860 agricultores familiares trabajan directamente para la producción de estos. El desafío aun es que la biofortificación se convierta en parte de la política nacional de seguridad alimentaria de Brasil, para ampliar el alcance y adopción de estas variedades.

No obstante, para el caso del maíz, el país desarrolló el Programa de Almuerzo Escolar (PAE), el cual incluye entre sus alimentos básicos, al maíz biofortificado con provitaminas A, no solo como fuente esencial de calorías sino como fuente de vitamina A para los niños. El abastecimiento de este programa se sustenta en otro, enfocado a la compra directa de alimentos de agricultores locales, llamado Programa de Compras Públicas a la Agricultura Familiar. A partir de este programa se impulsa la inserción de pequeños y medianos agricultores al mercado nacional, la cual está apoyada por

⁴⁵ ENSIN, 2015.

una ley que establece como obligatorio para las escuelas pertenecientes al PAE, comprar el 30% de sus productos en particular maíz, a la agricultura familiar. Esta estrategia integral ha permitido que los agricultores que han adoptado el cultivo de maíz biofortificado tengan un mercado local para los excedentes de su producción.

5.2.3 Caso de éxito: Sistemas agroalimentarios sostenibles

Para lograr una nutrición adecuada en la población, también es necesario asegurar que la procedencia de los productos para consumo humano y animal presenten características inocuas y de calidad, para evitar la propagación de enfermedades entre la población. Asegurar esto depende plenamente del buen funcionamiento de sistemas agroalimentarios, que abarcan desde la producción de los alimentos en campo hasta el consumidor, incluyendo a quienes se encargan de procesar los alimentos, los consumidores y el manejo de pérdidas de comida.

Para un sistema agroalimentario sostenible de maíz, un elemento clave se encuentra en el manejo poscosecha, es decir, controlar las buenas condiciones de almacenamiento del grano y transferencia a centros de consumo o procesamiento, asegurando su calidad e inocuidad. De no contar con los medios adecuados, el grano de maíz está expuesto a diversos riesgos, como la contaminación por micotoxinas, dentro de las que se encuentran las aflatoxinas, que como bien se mencionó, su consumo trae consigo consecuencias graves para la salud pública. Es importante resaltar que el fortalecimiento de los sistemas agroalimentarios debe ir en beneficio tanto de los agricultores tecnificados como de los tradicionales, pues son primordialmente estos últimos los que más riesgo tienen de no poder asegurar la inocuidad en la producción y almacenamiento de su grano, al desarrollarse en zonas rurales.

Actualmente, Colombia tiene el potencial para reforzar la conectividad entre los centros urbanos y rurales para un desarrollo integral. Con esto, se impulsaría el crecimiento de la producción de sistemas tradicionales de maíz en el país, mediante el fomento del desarrollo de sistemas alimentarios resilientes y sostenibles, el desarrollo de prácticas de agricultura de pequeña escala, el incremento de la producción rural y urbana en forma sostenible, el aumento del empleo e ingresos de los agricultores medianos y pequeños, así como el mejoramiento de los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria y nutricional para todos.

FIGURA 5.3 ELEMENTOS DE UN SISTEMA AGROALIMENTARIO SOSTENIBLE

Fuente: CIMMYT, 2019.





5.2.4 Mensajes claves

Aprovechar los beneficios que trae consigo la adopción del maíz biofortificado para la producción y consumo humano en Colombia, requiere del desarrollo de una política pública integral, que no solo se centre en aumentar el volumen de semillas biofortificadas a nivel nacional. Esta política para atender la desnutrición tendría que considerar elementos fundamentales y complementarios: (1) significativamente más nutritivos, (2) alto potencial de rendimiento y con tolerancia a estreses bióticos y abióticos, (3) aceptación y adopción por parte del agricultor y (4) aceptación del consumidor⁴⁶.

Generalmente, el beneficio del maíz biofortificado es más visible en zonas rurales en donde no llegan la mayoría de los programas nacionales de suplementos alimenticios. El reto para lograr la reducción en la desnutrición de las zonas rurales, radica en asegurar el acceso a semillas biofortificadas a agricultores pequeños y medianos, pero también garantizar la inocuidad nutricional del grano, mediante la identificación y atención a las necesidades específicas de acopio y almacenamiento de los agricultores del sistema tradicional de maíz colombiano.

Los beneficios son claros si la estrategia de maíz biofortificado se desarrolla en un contexto de sistemas agroalimentarios sostenibles, en donde exista coordinación entre cada uno de los actores involucrados, trazabilidad, así como un compromiso nacional por difundir sus beneficios. De igual forma, esta coordinación se debe reflejar en la creación de redes de semillas, entre agricultores de semillas del sector público y privado, para asegurar la producción y entrega a agricultores en zonas rurales.

⁴⁶ MAIZE HarvestPlus: Biofortifying maize with provitamin A carotenoids, Kevin Pixley, Natalia Palacios, Raman Babu y Abebe Menkir, 2011. pg.3.

5.3 MOTOR 3. Agricultura sostenible adaptada al clima



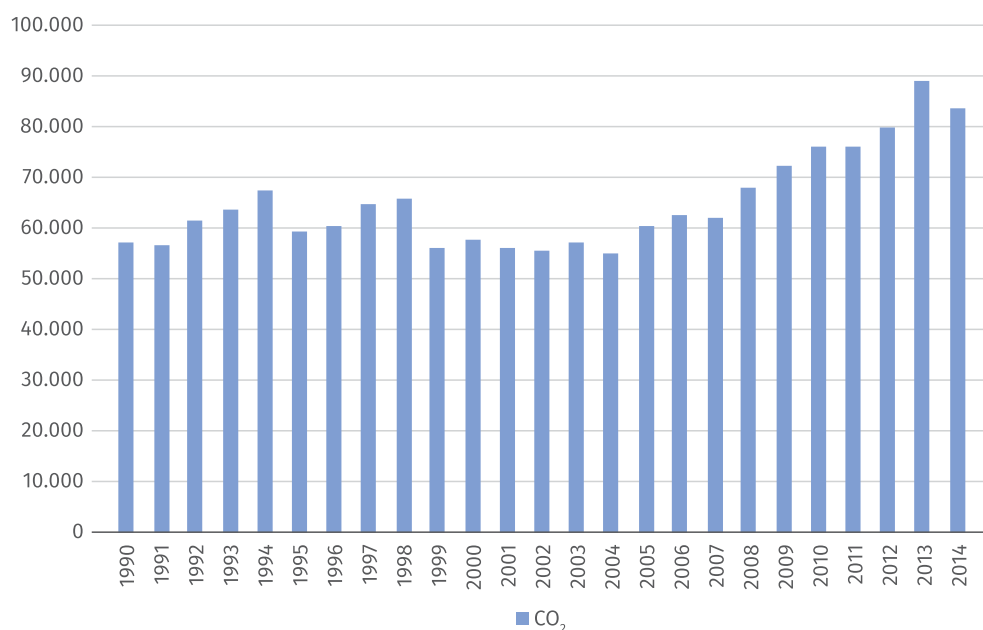
Conversión a agricultura sostenible adaptada a la variabilidad y cambio climático en al menos 100,000 ha de sistemas de producción de maíz en 2030.

5.3.1 Antecedentes y justificación

El cambio climático está provocando cambios negativos en las condiciones de vida de los agricultores, no solo en cuanto a los cambios presentados en la biodiversidad del maíz y las zonas agroecológicas, sino también en las condiciones de producción de sus cultivos. De hecho, en cultivos como arroz, trigo, maíz y soja, se han presentado aumentos importantes en sus precios, lo que ha provocado un menor acceso a estos granos que representan una de las principales fuentes de alimento para la población de una buena parte de los países en desarrollo, incluida Colombia⁴⁷.

La variabilidad y el cambio climático tienen grandes efectos en la agricultura colombiana. En 2018, por ejemplo, se

estimó que las pérdidas por variabilidad climática y eventos extremos llegaban a 168 mil millones de pesos colombianos anuales⁴⁸. Por otra parte, el fenómeno de El Niño, que generalmente se asocia con una disminución de las lluvias en relación con el promedio histórico mensual y con un aumento de las temperaturas del aire, especialmente en las regiones Caribe y Andina⁴⁹, ha significado para Colombia pérdidas de alrededor de 2,064 millones de dólares, entre 1997 y 2016. Estas pérdidas se asocian con variaciones en el rendimiento del cultivo, disminución del caudal de los ríos, incremento en el riesgo de incendios forestales y posibles racionamientos de agua, tanto para riego como para consumo animal y humano.



GRÁFICA 5.5 EMISIONES DE CO₂ EN COLOMBIA 1990-2014

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, 2018.

⁴⁷ IFPRI, 2009. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf

⁴⁸ CIAT y CIMMYT, 2018.

⁴⁹ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/atentos-clima/Paginas/default.aspx>



Las principales causas del cambio climático se atribuyen al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), derivadas en su mayoría de actividades industriales.

Las proyecciones del Quinto Reporte del IPCC, indican que la temperatura de Colombia en 2030 aumentará entre 1.3 °C y 1.5 °C⁵⁰. Aunado a esto, se esperan reducciones de precipitación en la costa Caribe e incrementos en los Llanos Orientales y en los valles geográficos de Magdalena y Cauca. Se estima que hacia 2050, el área total sembrada de maíz experimentará cambios de temperatura de al menos 2 °C, un 20% experimentará cambios por encima de los 2.5 °C y cerca de un tercio del área sembrada experimentará reducciones en la precipitación. Estos cambios disminuirían la duración de los ciclos productivos del maíz, y con ello se afectaría la productividad si no se realizan acciones integrales para contrarrestarlos. De no tomar medidas drásticas para frenar los efectos del cambio climático, se calcula que para 2030 habrá una reducción significativa de las áreas aptas para la producción de maíz, así como una disminución en la productividad del cultivo hasta en un 30%. Abordar el cambio climático requerirá una transformación integral del sector maicero colombiano para lograr una producción sostenible, rentable y adaptada al clima.

Las principales causas del cambio climático se atribuyen al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), derivadas en su mayoría de actividades industriales. Acorde con los datos más recientes del Banco Mundial, tan solo de 1990 a 2014 las emisiones de CO₂ a nivel mundial han aumentado en 63%. Es de notar que en el mismo período, Colombia ha registrado un aumento del 68% (Gráfica 5.5), resaltando aún más la necesidad no solo por atender las causas del cambio climático buscando una reducción en las emisiones, sino también de reducir sus efectos directos a la productividad de la agricultura y su impacto en la seguridad alimentaria a través de prácticas adaptadas al clima.

La Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) resalta en el sector maicero colombiano una limitada capacidad adaptativa, con una baja cobertura de seguros agropecuarios y dificultades en la transferencia de paquetes tecnológicos⁵¹. A pesar de que dichas dificultades no se especifican, la extensión agropecuaria con alcance tanto a grandes como pequeños agricultores, el desarrollo y uso de paquetes tecnológicos (semillas y prácticas de manejo agronómico) alineados con los principios de agricultura sostenible adaptada al clima (o bien,

50 Quinto Reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC), 2014.
51 IDEAM & PNUD, 2017.



climate-smart agriculture), y el desarrollo de investigación participativa que ponga al agricultor en el centro del proceso de adaptación, aún es muy limitado en el país⁵².

En los últimos años se han llevado a cabo algunas acciones por parte del sector maicero para adaptarse al clima, incluyendo mesas agroclimáticas y la implementación de proyectos de agricultura específica por sitio. En adición a estas, sin embargo, se requiere promover el desarrollo de germoplasma tolerante a estreses bióticos y abióticos, la generación de un entendimiento sobre la vulnerabilidad climática y sus consecuencias y la identificación de acciones al nivel local, regional y nacional en conjunto con agricultores, para adaptar la agricultura colombiana al cambio climático.

5.3.2 Oportunidades y casos de éxito

Los sistemas de producción de maíz de Colombia tienen el potencial para transformarse y revertir los efectos del cambio climático, si se adoptan los principios de la Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC). Esta constituye un enfoque integrado, que atiende los principios de gestión de ecosistemas, el uso sostenible de la tierra y el agua y dirige las acciones necesarias para transformar y reorientar los sistemas agrícolas para alcanzar sus tres objetivos principales: aumento sostenible de la producción y los ingresos agrícolas, adaptación y incremento de resiliencia ante el cambio climático y reducción o eliminación de las emisiones de gases efecto invernadero⁵³ (Figura 5.4). Es así como la agricultura ASAC tiene el potencial para incrementar la seguridad alimentaria, mejorar la resiliencia y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, la adopción de cada una de las variantes del ASAC dependerán del contexto específico de cada región y requerirán de la alineación necesaria con programas existentes para su implementación efectiva.

Las iniciativas del ASAC incrementan la productividad, mejoran la resiliencia y reducen o eliminan los gases efecto invernadero (GEI) de manera sostenible y, a su vez, requieren planificación para abordar las concesiones y sinergias entre estos tres pilares⁵⁴:

52 Banco Mundial, 2015.

53 Verhulst, N. et al, 2012. "Conservation agriculture as a means to mitigate and adapt to climate change, a case study from Mexico". CIMMYT.

54 FAO, 2013.

FIGURA 5.4 AGRICULTURA SOSTENIBLE ADAPTADA AL CLIMA (ASAC)

Fuente: Historias de éxito de la Agricultura Climáticamente Inteligente, FAO, 2013.



Cuando una práctica se considera de ASAC es porque cumple dos requisitos: primero si conserva o logra un aumento en la productividad; y segundo si dispone por lo menos uno de los otros objetivos del ASAC (adaptación o mitigación). De ahí que cientos de tecnologías y metodologías utilizadas en todo el mundo clasifican como ASAC⁵⁵.

Para continuar fortaleciendo la capacidad del sector maicero, se requiere construir sobre las líneas de trabajo ASAC existentes, incluyendo pronósticos agroclimáticos, agricultura específica por sitio, nuevas variedades, y huellas hídrica y de carbono (Figura 5.5). La generación, provisión, traducción y uso de información agro-climática para apoyo a la toma de decisiones del agricultor puede reducir el riesgo mediante una mejor elección de fechas de siembra (que representen mayor productividad) y variedades más adaptadas a las condiciones esperadas. Así mismo, la agricultura específica por sitio es clave para cerrar brechas productivas, mediante la identificación de prácticas que propendan al incremento de la productividad, y otros objetivos ASAC.

Para esta estrategia de cambio en particular, se propone un menú de tecnologías, buenas prácticas y medidas que constituyen la propuesta de sistemas climáticamente inteligentes. Entre el menú tecnológico se destacan, por ejemplo, la adopción de variedades tolerantes a sequías y altas temperaturas o inundaciones; sistemas de tecnificación de riego para uso eficiente del agua; agricultura de conservación, entre otras tecnologías. Así mismo, buenas prácticas y otras medidas adaptadas al clima incluyen la conservación de la biodiversidad in situ, el mejoramiento participativo para maíces nativos; el acompañamiento técnico y el acceso a insumos, especialmente para agricultores pequeños. Además, se sugiere la planeación a largo plazo de sistemas de cultivos y, por supuesto, de programas de mejoramiento genético que puedan responder a las necesidades que la agricultura requiera ante un contexto de cambio climático.

Las tecnologías y medidas propuestas demandan, por supuesto, la adopción y adaptación considerando los contextos locales y regionales del territorio colombiano, con una multiplicidad de agroecosistemas y condiciones socioeconómicas. Por ejemplo, la agricultura de conservación es una práctica del ASAC, con tres principios básicos y beneficios directos al agricultor: a) reducir al mínimo el movimiento del suelo (sin labranza); b) dejar el rastrojo del cultivo anterior en la superficie del terreno para que forme una capa protectora; y c) la rotación de cultivos. Los beneficios de la agricultura de conservación son, por una parte, la reducción de costos y la utilización de prácticas que favorecen la eficiencia del uso de insumos: menor uso de combustible; facilita la infiltración del agua y reduce el escurrimiento superficial de esta y la erosión del suelo, evaporándose menos humedad; se reduce el uso de tractor y mano de obra para preparar el terreno. Por otra parte, a mediano y largo plazo, aumenta la cantidad de material orgánico del suelo (MOS) que mejora la eficiencia productiva del suelo y como consecuencia se obtienen rendimientos más altos y estables.

⁵⁵ Climate-Smart Agriculture Sourcebook. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. FAO, 2013.



FIGURA 5.5 MENÚ TECNOLÓGICO ASAC

Fuente: CIAT, 2018.

Adicionalmente, se resalta la planeación a largo plazo de sistemas de cultivos y programas de mejoramiento. En este sentido, se identificaron casos de éxito que se desarrollan actualmente en Colombia y que tendrían el potencial para desarrollarse a una escala nacional, para la adopción de la agricultura sostenible adaptada al clima.

5.3.3 Caso de éxito: Sistema de maíz intercalado en cultivo permanente⁵⁶

Mediante un proyecto desarrollado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, se han desarrollado sistemas de maíz intercalado en cultivos permanentes, en los cuales se desarrollan prácticas agrícolas sostenibles adaptadas al clima. Este sistema consiste en intercalar el cultivo de maíz con el de café y cacao en un área de 0.1 Mha y de 0.02 Mha respectivamente, para obtener una producción anual de 0.5 Mt, con un rendimiento de 4 t/ha en el área cafetera y cacaofera de Colombia. Este proyecto ha traído beneficios en la reducción de costos de producción de los dos cultivos en asocio con maíz, al manejar en forma eficiente la disponibilidad de nutrientes para cada cultivo y proteger los suelos, mediante técnicas de agricultura de conservación, y en consecuencia, optimizar el uso de agua de lluvia y luz en el sistema asociado.

Unido a esto, dentro de los beneficios de la producción del maíz, particularmente en asociación con el café, se encuentran: aumento en la rentabilidad de hasta 800 dólares por hectárea; dos cosechas de maíz durante los 18 meses que se toma el cultivo del café para dar su primera producción; generación de empleo adicional, es decir, 50 jornales por hectárea de maíz cultivada; así como un flujo de caja con ingresos disponible para los agricultores, durante el período improductivo del cultivo permanente.

⁵⁶ UPRA, 2018.

Los sistemas de producción adaptados al clima suponen la suma de medidas y tecnologías que cada agricultor requiera, con base en sus necesidades y el entorno agroecológico en el que se encuentre.

5.3.4 Mensajes claves

Los sistemas de producción adaptados al clima suponen la suma de medidas y tecnologías que cada agricultor requiera, con base en sus necesidades y el entorno agroecológico en el que se encuentre. Bajo este enfoque, se requiere continuar fortaleciendo la capacidad del sector maicero a través de líneas de trabajo ASAC existentes, incluyendo pronósticos agroclimáticos, agricultura específica por sitio, nuevas variedades, y huellas hídrica y de carbono. Es importante recalcar que no existe una fórmula única o un “paquete de tecnologías” que funcione para un país como Colombia. De ahí que es indispensable identificar las opciones más adecuadas adaptadas al clima que puedan ser adoptadas e implementadas con facilidad por cada agricultor. Ninguna tecnología es mutuamente excluyente, y la suma de agricultura de conservación, con variedades adecuadas, más tecnificación de riego, por ejemplo, pueden hacer la producción de maíz más eficiente y lograr mejores rendimientos, a la vez que permitan al agricultor adaptarse a los nuevos retos del cambio climático y la escasez de recursos naturales.

Además de la identificación de las mejores opciones, el acompañamiento técnico es sin duda uno de los retos más sustanciales para la correcta identificación e implementación de las medidas o tecnologías adecuadas para los agricultores. El acompañamiento técnico puede ser clave para ayudar a los agricultores a adaptarse a diferentes extremos climáticos y retos relacionados, como son las inundaciones, daños de plagas y enfermedades, las cuales presentan desafíos significativos a lo largo del ciclo agrícola.

El tercer reto, aunque más general, es el acceso a subsidios, garantías o préstamos para la adquisición de insumos y servicios de acompañamiento técnico calificado, que permitan a los agricultores tener a su alcance los insumos y herramientas necesarias para la implementación eficaz de sistemas adaptados al clima. De acuerdo con las zonas agroecológicas, y con las prácticas más apropiadas para cada agricultor deberán existir mecanismos e incentivos que den pie para la adopción de una variedad de tecnologías y medidas sugeridas. Considerando la regionalización, y la existencia de tecnologías a diferentes escalas, el acceso a un menú de tecnologías es imprescindible para lograr sistemas productivos que puedan por un lado aumentar los rendimientos y reducir los costos de producción y por el otro, fortalecer la resiliencia al cambio climático.

Ninguna de las prácticas o tecnologías mencionadas es una novedad en el sector agrícola colombiano. No obstante, el concepto de Agricultura Sostenible Adaptada al Clima es un nuevo término que aún se encuentra en desarrollo; busca englobar en un término el deseo de mejorar la integración del desarrollo agrícola y la capacidad de respuesta al cambio climático. Para la adopción de prácticas ASAC, es importante identificar las prácticas actuales, las opciones prometedoras a futuro de acuerdo con cada agroregión y tipo de agricultor y por supuesto, considerar los facilitadores institucionales y financieros para su adopción.

Cada tecnología dentro de la gama de la ASAC tiene beneficios para el bolsillo del agricultor, al mismo tiempo que contribuyen a los objetivos orientados a responder al cambio climático. Los efectos negativos que este fenómeno tendrá en la agricultura son actualmente medibles. Sin embargo, cómo enfrentarlo es una tarea en la que pocos en el sector agrícola y en particular para el cultivo de maíz se han adentrado. Es inaplazable una planeación integral que junto con el resto de los motores de cambio permita responder ante la creciente demanda de maíz en el país, que, de acuerdo con las posibilidades y necesidades de cada agricultor, permita alcanzar un nivel de autosuficiencia de maíz deseado.

5.4 MOTOR 4. Redes de acompañamiento a la innovación



Cobertura de redes de innovación como el estándar de extensionismo y asistencia técnica en al menos 30% en el entorno rural.

5.4.1 Antecedentes y justificación

El extensionismo es una práctica en la que profesionales del sector agrícola, llamados extensionistas, promueven y favorecen la transferencia de conocimiento y procesos productivos para el desarrollo rural. La principal labor de los extensionistas es ayudar a los agricultores a desarrollar prácticas y herramientas para aumentar su productividad.

El extensionismo surge en Europa a fines del siglo XIX como respuesta a una crisis alimentaria, a partir de la cual desde el sector primario aparece la necesidad de innovar, adoptando nuevas y mejores formas de producción⁵⁷. Posteriormente, este proceso se institucionalizó y se puso en marcha en distintos países mediante esquemas de transmisión de conocimiento e innovaciones. Sin embargo, hoy en día no existe un modelo único de extensionismo, sino una multiplicidad de esquemas dependiendo del país y contexto, del grado de profesionalización del sector, etc. Por tanto, resulta difícil definir con precisión el término y las prácticas que lo integran. A lo largo de esta sección, y con el fin de apuntar en la dirección de un cambio a futuro, se ha decidido sustituir el término extensionismo por acompañamiento a la innovación, el cual describe de una manera más precisa y actualizada la labor de transferencia de conocimiento y adopción de prácticas eficientes para el desarrollo de innovación en campo. No obstante, se mantiene el uso del término extensionismo en la descripción de antecedentes y situación actual dada su relevancia.

En el caso de Colombia, el concepto de acompañamiento técnico para la agricultura en la legislación se reconoce como una herramienta para la prestación de servicios de asistencia técnica, sin contemplar acciones de extensionismo. A nivel de programas y proyectos sociales, el concepto de acompañamiento se entiende como la transferencia de tecnologías de un experto técnico a otro. En este sentido, a nivel nacional se cuenta con aproximadamente el 42% de cobertura municipal de acompañamiento técnico para el sector agrícola, en tanto que existen los recursos para su fomento. Tan solo en 2017 se firmaron 16 convenios por 30 billones de pesos colombianos, para beneficiar con el acompañamiento técnico agrícola a 67,893 pequeños y medianos agricultores⁵⁸.



GRÁFICA 5.6 COBERTURA MUNICIPAL ESTIMADA DE ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Fuente: Elaboración propia con datos de IICA, 2015.

⁵⁷ Jacobsen, B.H. "Farmer's decision making behaviour: empirical findings from Denmark" In: Jacobsen, B.H.; Pedersen, D.E.; Christtensen, J.; Rasmussen, S., ed. (1994) Farmer's decision making - a descriptive approach. Proceedings from the 38th EAAE Seminar 1994, October, Kopenhagen, 1994. Pp.77-89.

⁵⁸ IICA, 2015.

A pesar de esto, la inversión pública para el acompañamiento técnico en el sector agrícola no ha sido suficiente. De manera histórica, Colombia presenta obstáculos para el desarrollo de conocimiento e innovación del campo colombiano. Entre los principales se destacan la dificultad en la definición de programas y proyectos en sistemas de extensión y asistencia técnica rural, alineados con hallazgos existentes en investigación; la ausencia de información estadística de consulta; la baja retroalimentación y actualización entre los actores prestadores de los servicios de extensión y asistencia técnica rural; la poca oferta de profesionales en la prestación de los servicios y la calidad insuficiente en la prestación de los servicios de extensión rural⁵⁹.

Por otro lado, la concepción institucional de acompañamiento técnico en Colombia tiene la debilidad de no considerar al extensionismo como parte de sus elementos fundamentales. A pesar de que los servicios de extensión rural han contribuido de alguna manera al desarrollo agropecuario colombiano, existe una brecha importante entre el conocimiento disponible y su adopción por parte de los agricultores, haciendo que estos servicios disminuyan y no se consideren como elementales en las políticas de desarrollo agropecuario⁶⁰. Actualmente, existen nuevas tendencias para el desarrollo de capacidades de autogestión, a través del extensionismo rural o bien, acompañamiento a la innovación.

5.4.2 Oportunidades y casos de éxito

La coyuntura actual en Colombia ha permitido que esta nueva concepción del acompañamiento técnico sea cada vez más adoptada. En 2017, se decretó por la Ley 1876 la creación del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA). Este tiene entre sus objetivos principales, articular la investigación y el desarrollo tecnológico con el servicio de extensión agropecuaria, para asegurar una oferta tecnológica orientada a la innovación y a las necesidades de los agricultores y demás actores involucrados en las cadenas de valor agropecuarias, buscando mejorar su competitividad y sostenibilidad, así como su aporte a la seguridad alimentaria.

Por otro lado, actores relevantes del sector agrícola en Colombia han mostrado su respaldo a través de la investigación participativa para el acompañamiento a la innovación. Tal es el caso de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC), quienes junto con la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE), y la coordinación de las Secretarías de Agricultura y las alcaldías con las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), han impulsado una estrategia de interacción entre caficultores, extensionistas e investigadores, con el objetivo de validar, adaptar y transferir tecnologías de acuerdo con condiciones socioeconómicas y culturales del entorno.

5.4.3 La innovación en red como vehículo del conocimiento

Los modelos de relaciones en red han demostrado ser un vehículo para la aceleración de la innovación de gran eficiencia en múltiples campos⁶¹. Basados inicialmente en el análisis de la propagación de epidemias y luego en la adopción viral de tendencias sociales⁶², estos modelos se sustentan en la selección de actores clave de gran influencia dentro de una red, los cuales presentan un mayor número de canales de interacciones sociales con otros miembros, y por tanto

59 *ibid.*

60 Corpoica, 2016.

61 Rycroft, Robert, "Self-organizing Innovation Networks: Implications for Globalization", 2003.

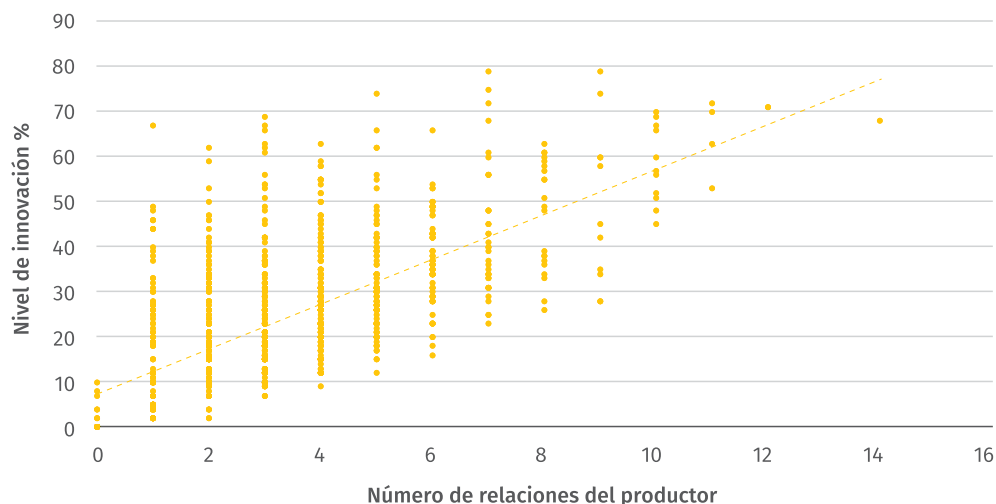
62 Las redes de innovación son todas aquellas formas organizacionales que sirven para el intercambio de información, conocimiento y recursos entre actores, y que mediante un proceso de aprendizaje iterativo entre al menos tres socios generan innovación, basándose en la confianza y relaciones de cooperación entre los distintos miembros de la red. También se observa que las actividades de innovación están coordinadas y se establecen relaciones estables entre las empresas y otros actores (instituciones de capacitación e investigación, actores políticos, etc.) para obtener ventajas competitivas en forma conjunta y cooperativa, y que estos esfuerzos conjuntos generan a su vez productos, procesos y servicios innovadores. InnoSupport: Supporting Innovations in SME. 11. Innovation Networks, 2005.

son los más efectivos para catalizar los flujos de conocimiento. Es decir, dentro de un contexto social siempre existen algunos actores más referidos por sus pares y la diversidad e intensidad de las relaciones generadas por estos actores favorecen la replicación de los mensajes.

En el caso de la producción agrícola, una red de innovación es una estructura social entre agricultores y otros actores como técnicos extensionistas, investigadores e instituciones, fundamentada en acuerdos institucionales y el involucramiento de empresas, para intercambiar información y conocimiento e incrementar los niveles de innovación, entendiendo como innovación a todo cambio basado en conocimiento que genera una mayor productividad y por consiguiente riqueza⁶³.

Trabajar bajo el modelo de redes de innovación permite medir la eficiencia del recurso público destinado a la innovación, ya que es posible identificar actores clave, medir las interacciones, identificar el nivel de adopción de innovaciones y construir indicadores de línea base y medición final.

Las redes de innovación aumentan el número de interacciones entre agricultores, técnicos y extensionistas. Estas interacciones facilitan el flujo de conocimiento e información. Debido a esto, la innovación se favorece por el número y la diversidad de las relaciones (entre distintos tipos de actores). En casos de estudio observados en México, cada vínculo (extensionista) incrementa en 5.4% el nivel de innovación, es decir, el número de nuevas adopciones de prácticas y tecnologías en relación con el total de decisiones que toma un agricultor a lo largo de un ciclo productivo. Así mismo, un incremento del 8% de innovación está relacionado con un aumento en la producción de una tonelada por hectárea⁶⁴ (Gráfica 5.7).



GRÁFICA 5.7 LA INNOVACIÓN COMO RESULTADO DE LA INTERACCIÓN

Fuente: Sánchez G., J. y R. Rendón M. 2012. Capital relacional en la adopción de innovaciones por los agricultores en México.

Otros ejemplos muestran evidencia de que la interacción de un agricultor con un extensionista duplica tanto el porcentaje de nivel de innovación de 12% a 23%, como los rendimientos de maíz de 1.37 t/ha a 2.62 t/ha⁶⁵ (Tabla 5.2).

63 Fundación Cotec, 2006.

64 Sánchez G., J. y R. Rendón M., "Capital relacional en la adopción de innovaciones por los agricultores en México", 2012.

65 Roldán S., E. y R. Rendón M., 2016. En prensa.

TABLA 5.2 IMPACTO DEL EXTENSIONISMO

Fuente: Roldán S., E. y R. Rendón M. 2016. En prensa.

Variable	Interacción con un extensionista	
	Sí	No
Observaciones	388	1,849
Edad (años)	51.71 ^a	48.46 ^b
Escolaridad (años)	6.66 ^a	5.18 ^b
Superficie (ha)	2.08 ^a	1.29 ^b
Nivel de innovación (%)	23 ^a	12 ^b
Rendimiento (t/ha)	2.62 ^a	1.37 ^b

Nota: Las letras a y b en los superíndices indican que los resultados son significativos.

5.4.4 Impactos directos en la productividad: El caso de MasAgro en México

El caso del programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), concebido para su desarrollo en un período de 10 años (2010 – 2020) que encabeza la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México, junto con el CIMMYT, ha sido reconocido a nivel internacional, como una de las iniciativas más exitosas e innovadoras de América Latina y el Caribe para el desarrollo rural sostenible, la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza y resiliencia climática y ambiental que puedan ser replicadas en diversos territorios rurales y a múltiples escalas. El elemento fundamental del éxito de MasAgro es la metodología y sus redes de acompañamiento a la innovación, destacándose por lograr una efectividad 10 veces más fuerte que las estrategias de extensionismo tradicional⁶⁶.

Primordialmente, MasAgro desarrolla una estrategia de generación, validación y extensión de sistemas agroalimentarios sustentables, basado en redes de innovación para fomentar innovación, transferencia de tecnologías y adopción de semilla mejorada de maíz, trigo y cultivos asociados, así como de prácticas agronómicas sustentables entre agricultores de pequeña escala, que en conjunto permitan tener rendimientos altos y estables, generar un menor impacto en el medio ambiente y tener mayores ingresos.

El trabajo bajo este esquema se realiza territorialmente, considerando como primer actor a los agricultores locales a través de estos Hubs o nodos de innovación. La creación de los Hubs impulsa la integración de la cadena agroalimentaria mediante redes de innovación que permiten la ejecución de acciones e intervenciones con base en sistemas de producción y zonas agroecológicas específicas incluyendo factores socioeconómicos y la generación de una red de conocimiento, divulgación, investigación y entrenamiento donde el agricultor es copropietario y desarrollador. Estos nodos de innovación contemplan la instalación de plataformas tecnológicas experimentales dedicadas a la investigación y validación de principios de la agricultura sustentable y las nuevas tecnologías con base en las problemáticas que se generan en el campo. Mediante estas se fomenta el desarrollo y adaptación de prácticas o soluciones agronómicas innovadoras de producción, y además permiten la interacción en tiempo real de los diferentes actores involucrados en la cadena productiva para poder encontrar soluciones tangibles a los problemas específicos de cada zona.

Las plataformas de investigación se establecen con el apoyo de instituciones nacionales públicas y privadas dedicadas a la investigación y educación, en donde un científico toma contacto directo con los técnicos y agricultores de la región. Así mismo, el modelo contempla el establecimiento de módulos demostrativos en zonas clave donde agricultores pueden probar, integrar y adaptar las tecnologías generadas en las plataformas retroalimentando a su vez la efectividad de las soluciones propuestas.

⁶⁶ Rendón et al., Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), 2016.

En las parcelas establecidas, o módulos, el agricultor y el técnico trabajan en conjunto para adoptar las soluciones agronómicas desarrolladas y vincularse con funcionarios de gobierno, proveedores de insumos, crédito, talleres de maquinaria, entre otros. Además, se lleva a cabo un comparativo de procesos y resultados de la agricultura tradicional con la agricultura sostenible con base en agricultura de conservación.

El esquema de acompañamiento se basa principalmente en promover la experimentación y adopción de buenas prácticas con agricultores líderes, investigadores y agentes

de cambio impulsando la estrecha colaboración entre investigadores, proveedores de insumos, agricultores y agentes de extensión además de contar con el apoyo político y la alineación de programas federales y estatales. Bajo este esquema, los diferentes estratos de agricultores en las diversas zonas agroecológicas del país (pequeño propietario, potencial productivo intermedio y alta tecnificación), adaptan las innovaciones tecnológicas en áreas de extensión, fomentando así el incremento en la productividad y el desarrollo de capacidades entre estos; promoviendo la adopción de agricultor en agricultor se generan áreas de impacto.

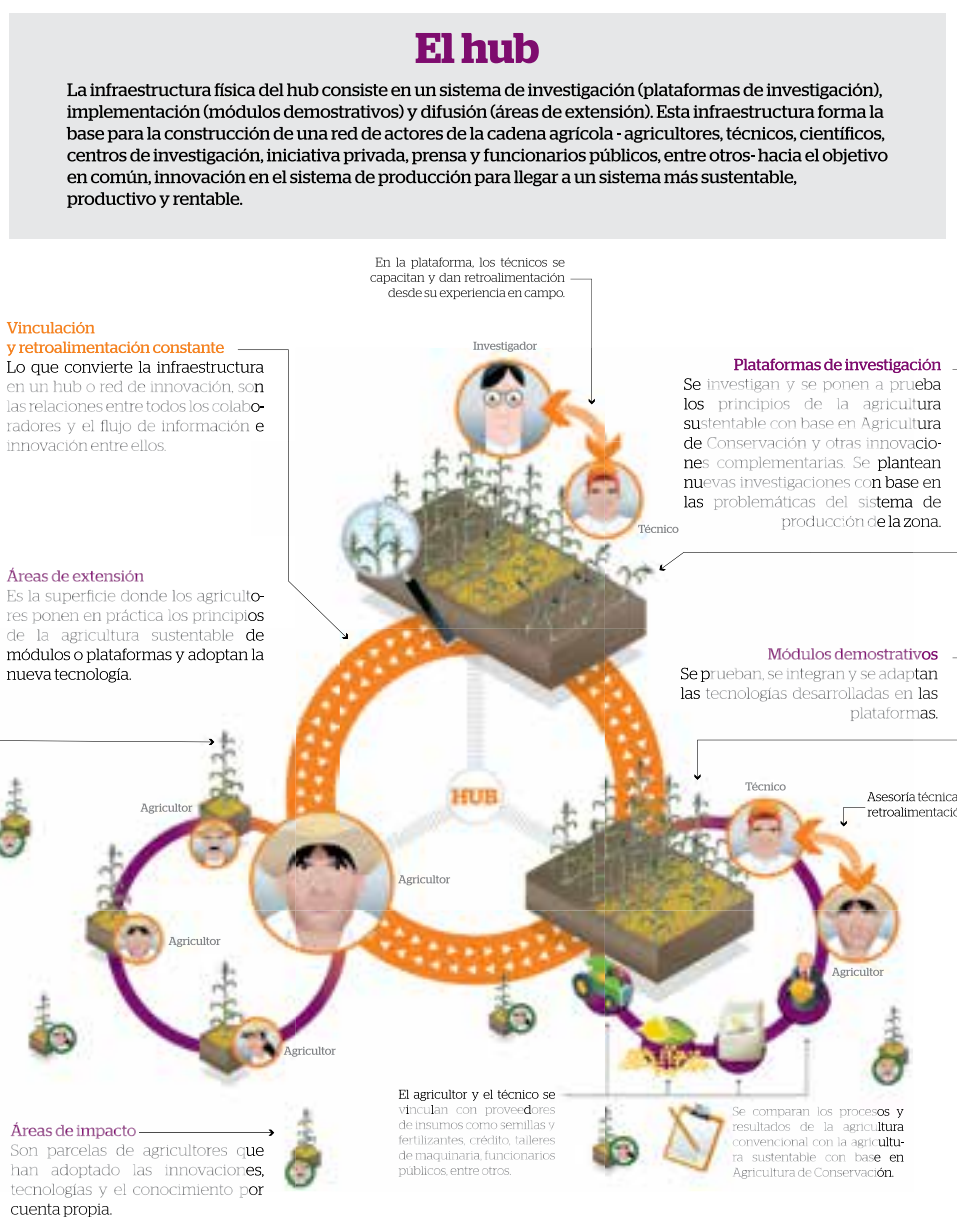


FIGURA 5.6 ESQUEMA DEL PROCESO DE LOS HUBS O NODOS DE INNOVACIÓN

Fuente: CIMMYT, 2018.

La red de innovación es la estructura social entre agricultores y otros actores para intercambiar información y conocimiento, al igual que para incrementar los niveles de innovación en el sector agrícola.

A través de esta metodología, las demandas de los agricultores se incorporan en tiempo real al modelo de innovación, mediante la interacción de las organizaciones económicas de agricultores agrícolas, las instituciones educativas y generadores de tecnología, los agentes de cambio, entre otros. Esta interacción permite la oportuna respuesta del modelo a las necesidades del catalizador del proceso: el agricultor. De la misma manera, el modelo contempla un conjunto de estrategias que coadyuvan al desarrollo del modelo de innovación tales como:

- Desarrollo de semillas de alto rendimiento mejoradas en forma convencional.
- Capacitación, desarrollo de capacidades en actores clave de la red de innovación y formación de agentes de cambio.
- Divulgación, valorización científica y distribución de información a los actores clave.
- Desarrollo de maquinaria agrícola inteligente y de precisión.
- Desarrollo de tecnologías poscosecha.
- Investigación estratégica en el manejo de fertilización integral.
- Investigación estratégica en sistemas con base en Agricultura de Conservación.
- Uso de tecnologías de información.
- Análisis socioeconómico de los procesos dentro de la red de innovación del modelo.

A través de este modelo, un técnico genera 263 dólares más en ingresos por hectárea. Los nodos sirven para presentar las situaciones de manera visual a fin de eliminar las barreras a la comunicación, lo cual permite a MasAgro y a los agricultores combinar lo viejo y lo nuevo, para generar prácticas nuevas y mejoradas que los agricultores y las comunidades locales pueden utilizar⁶⁷.

5.4.5 Mensajes claves

Las redes de acompañamiento a la innovación se han vuelto un vehículo de comunicación efectiva entre investigadores y agricultores, ya que se sustentan en la selección de actores clave que presentan un mayor número de canales de interacciones sociales y catalizar los flujos de conocimiento. Es decir, la diversidad de relaciones presentes entre los actores de las redes favorece la replicación del conocimiento.

La red de innovación es la estructura social entre agricultores y otros actores para intercambiar información y conocimiento, al igual que para incrementar los niveles de innovación en el sector agrícola, entendiendo como innovación a todo cambio basado en conocimiento que genera riqueza. Trabajar bajo este modelo permite identificar actores clave, medir las interacciones, identificar el nivel de adopción de innovaciones y construir indicadores de línea base y medición final.

En este esquema de vinculación al presentarse el acompañamiento técnico de un extensionista, Colombia tiene la oportunidad de adoptar estas prácticas para impulsar significativamente al sector agrícola, y en particular al cultivo de maíz nacional. Con las redes de acompañamiento a la innovación, es posible incrementar en un 5.4% el nivel de innovación por hectárea, donde el aumento de innovación en las unidades de producción en un 8% puede traducirse en una tonelada de maíz por hectárea, mejora los rendimientos y aumenta la producción a través de las interacciones entre agricultores y técnicos.

67 Liedtka, Jeanne, Randy Salzman y Daisy Azer, "Design Thinking for the Greater Good" in Columbia University Press, 2017.

5.5 MOTOR 5. Vinculación de productores competitivos al mercado



Aumentar la vinculación para un comercio de productores competitivos del mercado local, regional y nacional.

5.5.1 Antecedentes y justificación

Colombia es un país deficitario en maíz. Como se señaló en la primera sección del documento, actualmente hay un déficit de 4.6 Mt. La producción nacional es, pues, insuficiente para la creciente demanda de maíz, particularmente amarillo, que existe por parte de la industria de alimentos balanceados destinados a alimentación pecuaria. Otro porcentaje, aunque más pequeño, también es demandada por el consumidor colombiano para la elaboración de productos como la arepa.

Sin embargo, la cifra deficitaria es aún más pesimista para 2030. De acuerdo con la proyección presentada en el segundo capítulo del documento, Colombia estará importando 5.9 Mt, de no cambiar las estrategias actuales, o *statu quo*, en la producción nacional. Por ello, este motor sugiere que, *para reducir el déficit en el sector del maíz, resulta necesario generar condiciones que fomenten la producción, pero que estén alineadas con los mercados*. Entre estos se puede recurrir a la incorporación de esquemas empresariales que promuevan y difundan los servicios de asesoría especializada (servicios técnicos, comerciales, financieros, fiscales, etc.), y un manejo más eficiente de las unidades de producción a nivel individual y de asociaciones de productores. Por otro lado, también es importante que se provean las condiciones de infraestructura para la vinculación de productores u organizaciones de productores con el mercado, para que no se vea afectado por una falta de servicios y medios que se requieren para lograr una cadena de valor de maíz exitosa hasta sus últimos eslabones, como lo es la comercialización.

Algunas de las premisas que se proponen para lograr una vinculación exitosa de productores al mercado son⁶⁸:

- (1) Mantener calidad constante, cumplimiento de acuerdos y ofrecer un costo competitivo.
- (2) Lograr que el precio final del producto no esté supeditado al subsidio.
- (3) Operación de ambas partes en función de las reglas del comercio.
- (4) Ofrecer precio paridad.

Estas condiciones mínimas para lograr una cadena de valor con vinculación de los productores con el mercado tanto local, como regional y nacional, presenta sin embargo una serie de obstáculos, entre los que se destacan: la propiedad de la tierra, la seguridad jurídica para la inversión, la falta de infraestructura vial-marítima-transporte que dificulta el transporte del grano de la zona de producción a la de consumo o transformación. Ante estos retos, dentro de un modelo de negocios funcional es importante considerar que, para que en el modelo prevalezca la continuidad, se requiere de condiciones transparentes de agricultura por contrato, certificación de calidad e infraestructura para el almacenamiento de granos.

Entre los factores para la determinación de los precios del maíz están los precios de importación expresados en dólares y el mercado de futuros establecido por la bolsa de Chicago. Para enfrentar esta volatilidad, existen apoyos y servicios compensatorios a la comercialización, que contribuyen al ordenamiento y desarrollo de mercados, al tiempo que fortalecen a los productores y compradores para la competitividad agrícola. Los programas de apoyo y los servicios financieros que existen impulsan la viabilidad de la producción, pero la problemática radica en que estos se acotan a una población específica, limitando la participación de un amplio segmento de productores. Es entonces indispensable un acompañamiento técnico, que incentive la creación de sujetos de crédito que puedan participar en estos financiamientos y así ampliar la frontera financiera.

Por otro lado, un requisito fundamental para vincular a los productores al mercado es asegurar el almacenamiento adecuado y la trazabilidad del grano producido. Por trazabilidad se entiende la identificación del producto alimentario iniciando su ruta con el productor hasta el consumidor, dirigido hacia la tendencia de mejorar y controlar la calidad, en este caso del maíz, ofreciendo la garantía de un alimento inocuo⁶⁹. La infraestructura de acopio y almacenamiento para el manejo de poscosecha es imprescindible para la transformación, empaque, distribución y logística. En suma, algunos de los retos a los que se enfrentan en general los mercados se aprecian en la Figura 5.7:

68 Presentación Laura Pasculli, Taller de Escenarios Visión 2030, 30 de agosto de 2018.

69 J. Briz, I de Felipe, "Seguridad Alimentaria y Trazabilidad", Universidad Politécnica de Maíz. 2003, pg.4. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/265012284_SEGURIDAD_ALIMENTARIA_Y_TRAZABILIDAD.

FIGURA 5.7 RETOS ESTRATÉGICOS DEL MERCADO COLOMBIANO

Fuente: Presentación Laura Pasculli, Taller de Escenarios Visión 2030, 30 de agosto de 2018.



Planeación adecuada de siembra vs. producción demandada



Créditos agrícolas



Seguros para productividad y siniestros



Sustentabilidad



Seguridad jurídica en la inversión



Logística: infraestructura, transporte competitivo, almacenamiento y secamiento



Productividad: rentabilidad de productor y competitividad en precios vs. importación

5.5.2 Oportunidades y casos de éxito

Existen múltiples casos de éxito que indican que, al existir ciertas condiciones, se puede lograr una vinculación eficiente, integral y de impacto de productores con el mercado (Figura 5.8). Entre estos se puede hablar de la experiencia de la empresa La Fazenda, la cual tiene un modelo de negocio autosustentable, vinculando la producción agrícola con la pecuaria y directamente con sus plantas de producción. Replicar este modelo es factible pues depende de la alineación de la oferta de los productores con la demanda de la iniciativa privada bajo un principio de beneficio mutuo. Otro ejemplo que se muestra, es el del proyecto implementado entre Kellogg's y el CIMMYT en México con el fin de abastecer la producción de maíz amarillo a través de tecnologías sustentables, pero cumpliendo con los estándares de calidad y competitividad que la empresa requiere.



FIGURA 5.8 CONDICIONES PARA LOGRAR UNA VINCULACIÓN DEL PRODUCTOR AL MERCADO LOCAL, REGIONAL Y NACIONAL

Fuente: CIMMYT, 2018.

5.5.3 Caso de éxito de integración de la cadena y productores – La Fazenda

Uno de los casos emblemáticos en Colombia, y motivo de orgullo de muchos, es la finca La Fazenda, la cual, en tan solo 10 años logró sembrar 32,000 ha, de las cuales 53% es de maíz y el resto de soya. El rendimiento promedio es de 7.5 t/ha, aunque se ha logrado incluso 8.8 t/ha⁷⁰. La Fazenda, ubicada en Puerto Gaitán, en el departamento de Meta, es un modelo diferente de desarrollo agropecuario.

Este modelo debe su éxito a un conjunto de factores que se basó en la cadena de pollo de Brasil, e identificó que la cadena de producción no debería de iniciar “en la planta de concentrados con grano importado, porque la logística de traerlo de otras latitudes es muy costosa y se refleja en carnes y huevos 30% más caros que en los países productores del mismo”⁷¹. Además de los costos, valoraron el potencial que el campo colombiano tiene, así como el de los productores nacionales que son capaces de aumentar la productividad y, por tanto, generar riqueza y contribuir con la cadena de producción nacional.

Entre los factores clave que se identifican en este caso de éxito está la capacidad de planeación a largo plazo. Desde su inicio se programaron los cultivos de soya y maíz como alimento para los cerdos de engorde que se manejan en La Fazenda (operada por Aliar S.A). Se desarrolló una cadena completa, donde desde la siembra de cultivos, los animales, hasta las plantas de proceso están integradas en un mismo espacio físico, dejando fuera costos de transporte, haciéndolo más eficiente. Además, como parte de esta planeación, se tuvo una visión a largo plazo en la cual se planeó incluso hasta 2027, es decir, 20 años, en la que se tienen previstos el alquiler de tierras, la meta de animales (cerdos) que se deben mantener en la finca y los objetivos que se tienen que tener de venta en el mercado.

⁷⁰ Guzmán Pinilla, John. “La Fazenda, el negocio que cumplió 10 años”, Agronegocios, Ganadería, 7 de febrero de 2017. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/ganaderia/la-fazenda-el-negocio-que-cumplio-10-anos-2622463>.

⁷¹ Liévano, Jaime. “La Fazenda, éxito de integración de la cadena y productores”, Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC). 24 de agosto de 2016. Disponible en: <https://sac.org.co/la-fazenda-exito-de-integracion-de-la-cadena-y-productores/>



Recientemente, la empresa desarrolló y echó a andar un clúster donde se cruza la agricultura, los animales y las plantas de producción de concentrado, sacrificio y secamiento. Utilizando la infraestructura que se tiene en Puerto Gaitán, Meta este clúster busca hacer el montaje para 2,500 vacas en ordeño. Con el apoyo de un grupo de asesores de empresas de diferentes países (Costa Rica, Alemania y Nueva Zelanda), esta iniciativa de ganadería bovina integra verticalmente el modelo de agricultura con tecnologías innovadoras como tecnificación de riego y fertilización, con producción de lechería y ceba. Es un modelo autosuficiente que no solo se ha convertido en un referente, sino que la misma empresa impulsa al sector agroalimentario de Colombia a cambiar la manera de producir que hasta ahora se ha tenido, cambiando estructuralmente el funcionamiento del agro nacional. “Esa asesoría nosotros la difundimos en la comunidad al aplicar los pilares de la sostenibilidad social, ambiental, y económica, sin los cuales no existiría el modelo de empresa”, ha comentado Jaime Liévano, gerente de la compañía y gestor de la finca la Fazenda⁷².

5.5.4 Caso de éxito de abastecimiento responsable de maíz – Kellogg’s

Otro modelo exitoso a ser replicado es el de “Apoyo al abastecimiento responsable y agricultura sustentable de maíz en México”, proyecto implementado entre el CIMMYT y la empresa estadounidense Kellogg’s, para incentivar la producción de maíz amarillo a través de tecnologías sustentables para incrementar la productividad y proteger el medio ambiente. Siendo México uno de los mercados más importante para la empresa, y sede de 4 plantas, debido a las proyecciones de crecimiento en América Latina, se estableció desde finales de 2016 una alianza estratégica con el CIMMYT para producir localmente, y de manera sustentable, un porcentaje del maíz amarillo que la empresa requiere para la elaboración de sus productos.

A través de esta colaboración, se espera hacer crecer la proveeduría de maíz amarillo local para Kellogg’s en México, cultivado mediante técnicas de agricultura de conservación. El CIMMYT es responsable de brindar asesoría técnica, con base en resultados de la metodología científica, que permita aumentar la productividad de sus tierras y hacer uso eficiente de los recursos naturales disponibles, obteniendo mejores rendimientos, y mitigando los efectos del cambio climático. Entre las tecnologías que se promueven entre los productores se encuentran técnicas de riego por goteo, manejo de plagas y sensores para reducir el uso de fertilizantes.

⁷² Contexto Ganadero, “La Fazenda implementa clúster que incluye bovina”, Contexto Ganadero, 13 de junio de 2018. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/regiones/la-fazenda-implementa-cluster-que-incluye-ganaderia-bovina>



Mediante esta iniciativa, en el año 2020 alrededor de 300 pequeños, medianos y grandes productores producirán más de 100 mil toneladas de este grano con técnicas sustentables para ser utilizado en *Corn Flakes*, marca que goza de amplia tradición en México. Además, el proyecto busca estimular una relación más cercana entre productores y la empresa, y generar una relación estrecha con nuevos productores basada en confianza y ganancia recíproca. A través de esta colaboración, se cumplen los compromisos de abastecimiento y sustentabilidad de Kellogg's, generando un mecanismo estable de compra través de una cadena de producción flexible y resiliente con estándares de calidad de maíz y cumpliendo las demandas de los consumidores.

5.5.5 Mensajes claves

Los dos casos de éxito mencionados de La Fazenda y CIMMYT-Kellogg's destacan dos modelos diferentes de organización, pero ambos se tratan de una vinculación exitosa de productores al mercado. Por supuesto, vale la pena destacar que en los dos casos hay elementos de organización económica de productores con reglas claras, dinamizadas con recursos y servicios institucionales de apoyo, que brindan mayor certeza a los principales actores de la cadena. Para la confianza de los productores es indispensable articular condiciones tanto de facilidad financiera como acompañamiento técnico para asegurar la trazabilidad, ya que estos elementos incentivan condiciones favorables para el desarrollo exitoso de su actividad productiva. El acompañamiento técnico favorece que fluyan los esquemas de apoyos financieros y tecnológicos.

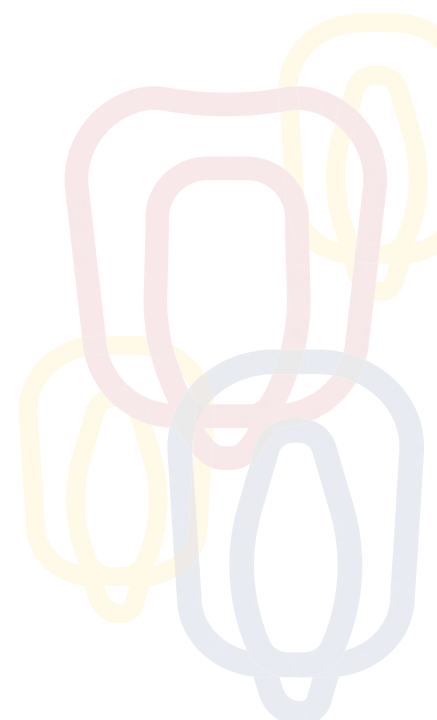
Ante condiciones de mercado volátiles es clave fomentar, en primer lugar, el uso de instrumentos orientados a la implementación de proyectos de bajo riesgo, desde una perspectiva integral. En segundo lugar es necesario incrementar el acceso de los productores a los servicios de acompañamiento técnico, capacitación y financiamiento, para asegurar la trazabilidad. Y por último, complementar y fortalecer los apoyos o incentivos económicos es esencial para fortalecer la confianza de los usuarios en el corto plazo, con miras a que en el mediano plazo logren acceder a financiamientos diferenciados como comercialización, expansión, tecnologías, entre otros.



6. 15 Acciones: Plan estratégico para pasar de los escenarios a la acción

Las siguientes secciones componen los 5 motores de cambio y las 15 acciones recomendadas para cada uno de ellos, derivadas del proceso de consulta participativa y validación institucional de la Planeación Estratégica **Maíz para Colombia**.

M1	ADOPCIÓN DE SEMILLA MEJORADA 1A. Documentar necesidades del mercado de semillas. 1B. Implementar esquemas de financiamiento e incentivos que brinden apoyo y dinamismo a la adopción de semilla mejorada. 1C. Desarrollar recursos para la investigación en mejoramiento de maíz.
M2	SEGURIDAD NUTRICIONAL 2A. Aumentar el volumen de producción de semilla de maíz biofortificado y su consumo. 2B. Identificar y abordar las necesidades de acopio y almacenamiento de productores de maíz biofortificado. 2C. Desarrollar una estrategia de difusión nacional para aumentar la demanda de maíz biofortificado en el país.
M3	AGRICULTURA SOSTENIBLE ADAPTADA AL CLIMA 3A. Desarrollar un sistema de información agroclimática, para una mejor toma de decisiones y uso de tecnologías. 3B. Escalar el uso de tecnologías, prácticas y herramientas ASAC, incluyendo agricultura de conservación. 3C. Implementar esquemas de financiamiento e incentivos para incrementar la inversión en tecnologías y sistemas para la agricultura sostenible adaptada al clima.
M4	REDES DE ACOMPAÑAMIENTO A LA INNOVACIÓN 4A. Desarrollar una estrategia de redes de acompañamiento técnico con base en el diagnóstico y categorización productiva regional. 4B. Establecer los mecanismos necesarios para la implementación de un sistema de redes de acompañamiento técnico a la innovación. 4C. Incorporar mecanismos de financiamiento institucional público y privado.
M5	VINCULACIÓN DE PRODUCTORES COMPETITIVOS AL MERCADO 5A. Crear un Observatorio de Maíz para facilitar el acceso a información de mercado. 5B. Vincular agricultores en asociaciones para la comercialización a nivel local, regional y nacional. 5C. Mejorar la infraestructura existente y sistemas de producción, para asegurar la competitividad en el mercado.





Motor 1. Adopción de semilla mejorada

Objetivo

Adopción de semilla mejorada por el 100% del área bajo sistemas tecnificados y al menos 10% de área con sistema tradicional para 2030.

Resultados esperados 2030

- Asumiendo que el área total incrementará para 2030, sembrar el 100% del área de sistema tecnificado (933 mil ha) con semilla mejorada, que incluye el área actual más nuevas áreas en el sistema tecnificado (900 mil ha), así como el área que pasa de cultivo tradicional a tecnificado (aproximadamente 33 mil ha).
- Impulsar una red nacional de empresas semilleras conformada por al menos 5 empresas colombianas.
- Implementar un programa de mejoramiento para liberar al menos 10 híbridos y 2 sintéticos adaptados a las condiciones de producción de maíz en Colombia y que el mercado demanda.

ACCIONES IDENTIFICADAS

Corto plazo

1A. Documentar necesidades del mercado de semillas.

- Identificar las cantidades de semilla destinada a cada sistema de producción (tradicional y tecnificado) y según el tipo de consumo (humano o animal).
- Desarrollar campañas de comunicación sobre los beneficios de la semilla mejorada (híbrida).
- Identificar el valor de las colecciones de maíces nativos.

Mediano plazo

1B. Implementar esquemas de financiamiento e incentivos que brinden apoyo y dinamismo a la adopción de semilla mejorada.

- Destinar un porcentaje del presupuesto público a componentes específicos para el desarrollo de la oferta y demanda dentro del sector semillero:
 - ➔ Apoyo a productores para la adquisición de semilla mejorada.
 - ➔ Apoyo a la inversión en infraestructura productiva y de distribución para semilleras.
 - ➔ Apoyo a esquemas de oferta/demanda con modelos de compra consolidada, para productores y proveedores.
- Implementar, a través de programas consolidados como es el caso de MasAgro en México, estrategias para la adopción de semilla mejorada con objetivos diferenciados por región y tipo de maíz.
- Coordinar con el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO) esquemas de financiamiento con tasas de interés competitivas, para el desarrollo de empresas semilleras.

Largo plazo

1C. Desarrollar recursos para la investigación en mejoramiento de maíz.

- Implementar el Programa Nacional de Maíz como parte del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria con metas a corto, mediano y largo plazo.
- Coadyuvar a la implementación del Sistema Nacional de Semillas que incluya la participación del sector público y privado.
- Crear una plataforma digital colaborativa entre instituciones y centros de investigación de semillas.

Motor 2. Seguridad Nutricional

Objetivo

Alcanzar un consumo nacional humano del 50% de maíz blanco biofortificado con alto contenido de zinc para 2030.

Resultados esperados 2030

- Promover la producción de semilla de maíz blanco biofortificado con zinc (híbrido y sintético) para cubrir al menos el 50% de los sistemas productivos tradicionales y tecnificados.
- Generar materiales de difusión sobre maíces biofortificados como parte de la estrategia de comunicación y educación nutricional.
- Diseñar estrategias de monitoreo en centros de acopio y almacenamiento para asegurar la inocuidad de los granos de maíz en los sistemas de producción de maíz biofortificado.

ACCIONES IDENTIFICADAS

Corto plazo

2A. Aumentar el volumen de producción de semilla de maíz biofortificado y su consumo.

- Impulsar la vinculación con la industria de alimentos para introducir la producción local de maíz biofortificado.
- Fomentar la asociación de pequeños y medianos productores con empresas semilleristas, para incentivar el uso de semillas biofortificadas.
- Incentivar, a través de sistemas de extensión, el uso de sistemas tecnificados para la producción de maíz blanco biofortificado.

Mediano plazo

2B. Identificar y abordar las necesidades de acopio y almacenamiento de productores de maíz biofortificado.

- Identificación de productores para el uso de la semilla biofortificada de maíz, en zonas de producción viables.
- Mejorar las capacidades técnicas de productores para el uso de maíz biofortificado mediante el desarrollo de sistemas agroalimentarios sustentables enfocados en mantener la calidad e inocuidad de los granos.
- Incentivar la transferencia de tecnologías de almacenamiento, de manejo y de control de poscosecha, a través de sistemas de extensión y capacitación técnica.

Largo plazo

2C. Desarrollar una estrategia de difusión nacional para aumentar la demanda de maíz biofortificado en el país.

- Identificación de actores clave público, privados y sociedad civil para apoyar la creación de la estrategia de difusión nacional.
- Desarrollar e implementar un plan de difusión nacional que permita comunicar a la población los beneficios del consumo de una dieta diversificada incluyendo productos biofortificados.
- Incentivar la creación y difusión del uso de maíz biofortificado a través de material audiovisual, enfocado al entorno rural y las zonas aisladas dispersas del país.





Motor 3. Agricultura Sostenible Adaptada al Clima

Objetivo

Conversión a agricultura sostenible adaptada a la variabilidad y cambio climático en al menos 100 mil hectáreas de sistemas de producción de maíz en 2030.

Resultados esperados 2030

- Incrementar a 6.5 t/ha el rendimiento promedio en parcelas que adoptan tecnologías para una agricultura sostenible adaptada al clima, incluyendo agricultura de conservación y reducción de riesgos climáticos.
- Desarrollar sistemas productivos de maíz adaptados al clima en el 100% del área de sistemas tecnificados.
- Incrementar en al menos 30% el uso eficiente de fertilizantes nitrogenados, medido en toneladas de grano producido por unidad de nitrógeno aplicada.
- Instalar en al menos el 30% del área del sistema tecnificado una central de maquinaria.

ACCIONES IDENTIFICADAS

Corto plazo

3A. Desarrollar un sistema de información agroclimática, para una mejor toma de decisiones y uso de tecnologías.

- Recolectar información científica para realizar un estudio socioeconómico, que complemente e integre las bases de datos existentes sobre riesgos climáticos a corto y largo plazo, así como sobre las brechas de rendimiento.
- Escalar el uso de información agroclimática y agricultura específica por cubrimiento, integrando plataformas como AclímateColombia-Pronósticos, y Siria (AEPS), incluyendo las necesidades del sector privado.
- Identificar procesos y tecnologías clave por región y sistema productivo de maíz para establecer sistemas sostenibles y adaptados al clima.
- Generar fortalecimiento de capacidades de técnicos y agricultores en la recolección, análisis y uso de información agroclimática.

Mediano plazo

3B. Escalar el uso de tecnologías, prácticas y herramientas ASAC, incluyendo agricultura de conservación.

- Designar zonas prioritarias y grupos objetivo de productores.
- Diseñar módulos de capacitación para su integración en programas de acompañamiento técnico en la adopción y resultados de tecnologías, para una agricultura adaptada al clima.
- Escalar procesos cíclicos de investigación e innovación en campo, incluyendo Mesas Técnicas Agroclimáticas (MTA) y AEPS, con enfoque al impacto en la resiliencia de los cultivos, incremento en rendimientos, disminución de costos de producción, y en general mayor generación de ingresos para los productores.

Largo plazo

3C. Implementar esquemas de financiamiento e incentivos, para incrementar la inversión en tecnologías y sistemas para la agricultura sostenible adaptada al clima.

- Destinar un porcentaje del presupuesto público a componentes específicos para apoyar el desarrollo de tecnologías y herramientas clave para el ASAC, como: variedades tolerantes a estrés abiótico (i.e. uso eficiente de agua), agricultura de conservación, mejoramiento de suelo y uso eficiente de fertilizantes e insumos, sistemas de tecnificación del riego y uso eficiente del agua.
- Sostenibilidad de sistemas de información para recolección y análisis de datos, y de plataformas participativas para reducción del riesgo agroclimático (e.g. MTA, PICSA).
- Identificar zonas geográficas estratégicas del sistema tecnificado donde se requerirían centrales de maquinaria, y facilitar su implementación a través de mecanismos financieros.
- Dirigir estímulos a pequeñas y medianas empresas de servicios al campo como agentes de transferencia de tecnología.
- Impulsar la introducción de productores locales de zonas aisladas dispersas para la comercialización local e identificar socios potenciales que complementen la cadena de valor y la estrategia de negocio.
- Coordinar con Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO) esquemas de financiamiento con tasas de interés competitivas para la inversión en tecnologías clave.

Motor 4. Redes de Acompañamiento a la Innovación



Objetivo

Cobertura de redes de innovación como el estándar de extensionismo y asistencia técnica en al menos 30% en el entorno rural.

Resultados esperados 2030

- Implementar la asistencia técnica con la metodología de redes de innovación en el 100% del extensionismo actual, y aumentar la cobertura en 20%.
- Adoptar el 100% de sistemas de recolección de datos y toma de decisión (TICS) para el seguimiento, monitoreo y evaluación del acompañamiento a la innovación.
- Generar incentivos público-privado para el desarrollo del Fondo de Innovación Rural para el acompañamiento a la innovación.

ACCIONES IDENTIFICADAS

Corto plazo

4A. Desarrollar una estrategia de redes de acompañamiento técnico con base en el diagnóstico y categorización productiva regional.

- Definir la estrategia para utilizar en el sistema de extensionismo, de acuerdo con la zona geográfica y sistema productivo orientado a sistemas de producción sostenibles y adaptados al clima.
- Proponer al gremio de productores como el líder del sistema de extensión, en conexión con entidades de investigación y en coordinación con algunas ONG y el sector privado.
- Identificar y categorizar las asociaciones de productores activas por regiones, para facilitar la difusión de información y conocimiento.
- Identificar a los productores innovadores locales como parte de una estrategia para la transferencia de tecnología y a otros actores clave que puedan desarrollarse como agentes de cambio dentro de sus zonas de referencia.

Mediano plazo

4B. Establecer los mecanismos necesarios para la implementación de un sistema de redes de acompañamiento técnico a la innovación.

- Complementar y fortalecer el trabajo del extensionista, mediante el uso de tecnologías que faciliten la recolección, almacenamiento y disseminación de información.
- Desarrollar las competencias como agentes de cambio en la red de acompañamiento técnico para implementar y difundir sistemas de producción a través de la estrategia de nodos de innovación.
- Considerar la implementación del componente de tecnología adaptativa como un elemento del extensionismo.
- Desarrollar estrategias para disminuir las brechas tecnológicas de los sistemas de producción con maíz tradicional y tecnificado con base en:
 - ➔ Condiciones del mercado y manejo de los factores de riesgo.
 - ➔ Asociatividad para la compra y uso eficiente de maquinaria e insumos.
 - ➔ Empresarización de los servicios de extensión y mecanización.
 - ➔ Apropiación social del conocimiento.

Largo plazo

4C. Incorporar mecanismos de financiamiento institucional público y privado.

- Crear un Fondo de Innovación Rural con aporte de fondos públicos concurrentes.
- Desarrollar esquemas de financiamiento complementarios para la implementación del sistema por parte de la banca de desarrollo y organismos internacionales.
- Facilitar la inversión privada a través de incentivos fiscales.



Motor 5. Vinculación de productores competitivos al mercado

Objetivo

Aumentar la vinculación para un comercio de productores competitivos del mercado local, regional y nacional.

Resultados esperados 2030

- Incrementar en 100% la infraestructura logística para el almacenamiento de granos.
- Incrementar en 50% los centros de acopio para maíz y en 80% los servicios de extensión establecidos para el almacenamiento de granos.
- Aumentar en 50% la proporción de agricultores asociados por zona de producción.
- Adoptar estándares de calidad con base en los requisitos de la industria específicos para maíz blanco y amarillo.
- Acompañar la realización efectiva, inclusiva y equitativa de al menos 50 acuerdos de venta anticipada de grano y productos procesados locales

ACCIONES IDENTIFICADAS

Corto plazo

5A. Crear un Observatorio de Maíz para facilitar el acceso a información de mercado.

- Publicar una base de datos con información de mercado que permita a los productores consultar los precios y calidad de maíz blanco, amarillo y nativos, y monitorear las dinámicas de oferta, demanda e inventarios en los distintos segmentos del mercado.
- Identificar zonas críticas y con alto potencial para la productividad deficientes en infraestructura de almacenamiento y centros de acopio y sistematizar los costos de infraestructura logística asociados.
- Realizar proyecciones de la demanda de almacenamiento y su distribución geográfica, en función de posibles escenarios de incremento de los rendimientos e identificar mejoras en la infraestructura logística, portuaria y de transporte que favorezcan la planeación de inventarios y la disminución de costos logísticos.

Mediano plazo

5B. Vincular agricultores en asociaciones para la comercialización a nivel local, regional y nacional.

- Fomentar las economías de escala y asociatividad entre productores, difundir información sobre esquemas de proveeduría y venta consolidada
- Apoyar los esquemas de agricultura por contrato para los productores y garantizar la utilización de cláusulas mínimas para lograr su cumplimiento.
- Generar valor agregado a productos primarios, fomentando la diversificación de cultivos y procesos.

Largo plazo

5C. Mejorar la infraestructura existente y sistemas de producción para asegurar la competitividad en el mercado.

- Expandir el alcance de los entes regulatorios, para apoyar con la trazabilidad del almacenamiento y la calidad de este en los centros de acopio.
- Vincular los centros de consumo y centros de acopio.
- Establecer incentivos para el desarrollo de servicios de asesoría comercial, logística, almacenamiento, transporte y tecnologías de información necesarios para acceder al mercado.

7. Conclusión

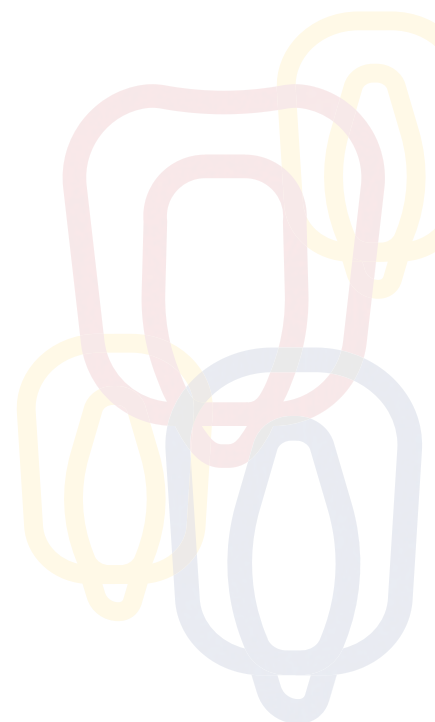
El sistema agroalimentario de Colombia tiene como uno de sus cultivos principales el maíz. Es el tercer cultivo con mayor superficie de siembra después del café y el arroz. Sin embargo, el país es el primer importador de maíz en Suramérica, el séptimo en el mundo, con un nivel de autosuficiencia de alrededor de 26%, muy por debajo del nivel de autosuficiencia agroalimentaria sugerida por la FAO (75%).

Por este motivo, el plan estratégico de *Maíz para Colombia* tiene un peso significativo para el redireccionamiento del sector. Este documento es la consolidación de los aportes tanto de información estadística, como de las contribuciones directas de múltiples actores públicos, privados y sociales vinculados con la cadena productiva. El documento sigue la misma estructura de la planeación. Es decir, se utiliza como base las tres preguntas que guiaron el proceso mismo.

La primera pregunta *¿dónde estamos?* responde a la situación actual del sistema agroalimentario y en particular del maíz, utilizando datos históricos, para determinar las variables más relevantes, en primer lugar de consumo, y los patrones de los colombianos en términos de su alimentación relacionada directamente con maíz y con la industria pecuaria cuyo insumo principal es el maíz para alimentación animal; y en segundo lugar, de producción. Para este último análisis se destaca la brecha entre el sistema tecnificado y el tradicional, en términos de rendimientos y productividad. Esta sección señala que, si bien la superficie total de maíz ha disminuido, el área del sistema tecnificado ha crecido de forma significativa. No obstante, los rendimientos de este sistema, aunque son mayores que el tradicional (2.0 t/ha vs. 5.4 t/ha), siguen estando por debajo del rendimiento promedio mundial (5.8 t/ha). Por tanto, Colombia consume a un ritmo más acelerado del que produce, dependiendo cada vez más de las importaciones provenientes en su mayoría de Estados Unidos.

La siguiente pregunta *¿hacia dónde vamos?* permite plantear a través de proyecciones hacia 2030 cuáles son algunos escenarios posibles, si no se cambia nada y se continúa con la misma tendencia de producción y consumo. El modelo analiza escenarios y prospectivas, que aunque no son pronósticos de producción agrícola, sí sugieren escenarios en las dinámicas del sistema que ayudan a mostrar un mapa de ruta con futuros posibles. Los resultados de escenarios posibles a 2030 no son alentadores. Se espera que mientras la demanda crezca en 27.4% respecto a la cifra actual, en mayor medida debido al crecimiento de la demanda de maíz amarillo, la producción solo aumentará en 4%. Por tanto, de acuerdo con las proyecciones, para 2030 habrá un déficit de 5.9 Mt. Este déficit implica un incremento de las importaciones de 39% y un retroceso de la autosuficiencia de 26 a 21%.

Estas cifras proyectadas para 2030, llevan hacia la tercera y última pregunta *¿cómo lograr un futuro mejor, considerando que el escenario statu quo a 2030, no es deseable?* Esta pregunta guió el proceso para definir las estrategias o motores de cambio propuestos, para lograr un cambio positivo con miras a modificar los patrones de producción que no llevan a un escenario deseado en los próximos años. Para responder a esta pregunta, la suma del trabajo realizado con el Panel de Expertos, el Taller de Escenarios, así como las reuniones de validación con 19 instituciones, permitieron la definición de acciones concretas, a través de las propuestas plasmadas en los 5 motores de cambio.



El acceso y, sobre todo, la adopción por parte de los productores, de semilla mejorada es un aspecto determinante en el incremento de la productividad del cultivo. De ahí que, una estrategia a futuro deberá asumir este reto y adaptar la experiencia de MasAgro en México, para aumentar la superficie nacional que actualmente se siembra con variedades de semilla mejorada. Dicha experiencia y otros casos de éxito muestran que la semilla mejorada junto con las técnicas correctas de riego, los fertilizantes necesarios y la rotación de cultivo, pueden lograr un incremento incluso superior al 100% de los rendimientos. Para lograr el objetivo de este motor de cambio será fundamental la sinergia entre el sector público y privado, y en especial del sector de la investigación. Son necesarios cambios en cada uno de los eslabones y mecanismos de la cadena de valor de la semilla: desde centros de investigación públicos, entidades de multiplicación de semilla, empresas semilleras, distribuidores y los propios productores.

En el motor de cambio de seguridad nutricional se destaca la importancia de intervenciones en las regiones de Colombia en donde los retos de desnutrición por deficiencia de micronutrientes en la población, en particular en niños y mujeres gestantes, resultan ser un problema de salud pública. El consumo de maíz biofortificado provee una propuesta viable y con potencial para beneficiar a la población objetivo con alimentos ricos en nutrientes. El consumo de maíz biofortificado con zinc, por ejemplo, no solo es una fuente importante de micronutrientes, aportando incluso 5 veces más zinc que una arepa hecha de un maíz comercial, sino que también es competitivo en la productividad en campo. Por tanto, la producción y el consumo de maíz biofortificado tienen un gran potencial que requiere la participación de diferentes actores (público, privado y sociedad civil) en una alianza, para aumentar la demanda de maíz nutritivo y productivo en Colombia.

La adopción de sistemas productivos y tecnologías sostenibles adaptadas al clima es otro factor determinante, para elevar la productividad del cultivo ante un entorno vulnerable a los efectos del cambio climático. Cada vez es más frecuente e intensa la incidencia de los fenómenos meteorológicos, cambios en la distribución de la precipitación y aumentos en las temperaturas. Dicha variabilidad climática afecta la productividad del campo. Por esta razón, resulta fundamental el uso de principios del ASAC, la cual busca incrementar la seguridad alimentaria, mejorar la resiliencia y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con base en un menú de opciones tecnológicas y prácticas como agricultura de conservación, uso de pronósticos agroclimáticos y agricultura de precisión, entre otras. En este caso, el uso de las opciones ASAC dependerá del contexto, pues no existe una receta única.

Las redes de innovación como modelo de extensionismo, sugerido en el cuarto motor de cambio, tienen múltiples ventajas sobre los esquemas tradicionales. En tanto que permite identificar actores clave, medir las interacciones, determinar el nivel de adopción de innovaciones y construir indicadores de línea base y medición final. Es así como se propone tener en cuenta la experiencia de MasAgro y el Hub o nodo de innovación, cuyos resultados muestran un aumento de la cobertura en 11.3% de las unidades productivas, en comparación con el 1.3% que se alcanza con métodos tradicionales. Además, el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) propuesto en 2017 proporciona algunos mecanismos, mediante los cuales se puede lograr un impacto en la asistencia técnica y la adopción de innovaciones tecnológicas por parte de los productores.

El quinto y último motor de cambio propone la vinculación de productores competitivos al mercado, como elemento central para elevar la productividad y rentabilidad del cultivo. Por un lado, plantea proveer las herramientas a los productores para dotar esta actividad productiva con una visión empresarial. Especialmente en los pequeños productores, que por lo general presentan poca asociatividad y, por tanto, dependen de intermediarios para llegar al consumidor final. Mediante las acciones formuladas en este motor se busca que la vinculación entre productores y el mercado utilice estrategias efectivas, acompañadas de organización de



productores, financiamiento y asesoría especializada. Por otro lado, también busca mejorar la infraestructura actual para acopio y almacenamiento de granos, que permita a productores y compradores, los medios para incentivar la producción nacional.

A través de los objetivos, resultados esperados y acciones a corto, mediano y largo plazo de los 5 motores de cambio, el plan estratégico de *Maíz para Colombia* ofrece recomendaciones concretas para construir un escenario deseable hacia 2030 y un mejor futuro de este grano para Colombia. A través de esta propuesta liderada por el CIMMYT y el CIAT, los expertos y actores del sector reconocen que el país cuenta con suficiente potencial productivo para satisfacer, en al menos 75%, las demandas básicas de su población y de la industria en el mediano y largo plazo. Avanzar en términos de productividad es totalmente viable. *Maíz para Colombia* está construido para pasar del papel a la acción, y como parte de esta misma planeación, se buscará que las acciones y objetivos que han logrado un consenso en el sector sean implementadas para aumentar la productividad y rentabilidad de maíz de manera sustentable en Colombia.



8. Anexo 1. Memoria del Taller de Escenarios

Ponentes

Javier Ignacio Pérez*
Viceministro de Desarrollo Rural
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
de Colombia (MADR)

Bram Govaerts
Director Global de Innovación Estratégica
y Representante regional del CIMMYT
para las Américas

Jeimar Tapasco
Investigador en Cambio Climático y Servicios
Ecosistémicos en la región Andina / Área de
investigación en Análisis de Políticas /
Centro Internacional de Agricultura Tropical
(CIAT)

Laura Pasculli
Directora de la Cámara de la Industria de
Alimentos Balanceados
Asociación Nacional de Empresarios
de Colombia (ANDI)

Carlos Galeano
Investigador Ph.D.
Red de Raíces y Tubérculos
Agrosavia

Marilia Nutti
Directora Regional Latinoamérica
y el Caribe
HarvestPlus

Henry Vanegas
Gerente General
Federación Nacional de Cultivadores de
Cereales y Leguminosas (Fenalce)

Yadira Peña
Investigadora de Uso Eficiente del Suelo y
Adecuación de Tierras
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
(UPRA)

* Información por confirmar

**Instituciones del
Panel de Expertos**








**MAÍZ PARA
COLOMBIA**
Visión 2030

**30 DE AGOSTO DE 2018
PALMIRA, COLOMBIA**





FIGURA 8.1 FOLLETO TALLER DE ESCENARIOS MAÍZ PARA COLOMBIA - VISIÓN 2030

El objetivo del Taller fue determinar si el escenario al que se dirige Colombia, con base en proyecciones a 2030, resulta ser un futuro deseable para los actores del sector y para el país. Con la guía de tres preguntas clave, el Taller se organizó con el fin de dar respuesta a este cuestionamiento. La primera y segunda pregunta *¿cuál es la situación actual del cultivo del maíz en Colombia?* y *¿cuáles son los escenarios probables a 2030 de producción, si no hay ningún cambio?* fueron respondidas durante la primera parte del Taller, a través de la presentación del Dr. Bram Govaerts, Director Global de Desarrollo Estratégico y Representante Regional para las Américas, así como mediante las intervenciones del sector científico representado por Juan Lucas Restrepo, en ese entonces Director Ejecutivo de AGROSAVIA, y Javier Mateo-Vega, Director de Alianzas y Comunicaciones, y Jeimar Tapasco, Economista Agrícola Senior; así como del sector privado representado por Laura Pasculli, Directora de la Cámara de la Industria de Alimentos Balanceados de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI).

Las respuestas a estas dos preguntas dieron pie a la segunda etapa del Taller cuyo objetivo fue contestar la cuestión central del taller: *¿cuáles son las estrategias que llevarán a un escenario deseable?* Y en otras palabras, *¿cuáles acciones se deben definir para cerrar la brecha entre demanda y producción?* Este punto fue el foco de las actividades de la segunda parte, y la más relevante, del Taller de Escenarios. La discusión se concentró alrededor de seis temas estratégicos, llamados motores de cambio, planteados inicialmente para desarrollar un escenario objetivo del maíz en 2030.

Para introducir dichos motores de cambio, se contó con el apoyo de un Panel de Expertos compuesto por Carlos Galeano, Investigador de la Red de Raíces y Tubérculos de AGROSAVIA;

Marilia Nutti, Directora Regional Latinoamérica y el Caribe de HarvestPlus; Julián Ramírez, Científico de Impactos del Clima; Henry Vanegas, Gerente General de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE); Laura Pasculli, Directora de la Cámara de la Industria de Alimentos Balanceados de la Asociación Nacional de Empresarios (ANDI) y Yadira Peña, investigadora del equipo de Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), en representación de Daniel Aguilar, Director Técnico Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras.

Tras las presentaciones de los expertos, el evento tuvo dos sesiones de trabajo con dinámicas guiadas para discutir y diseñar potenciales respuestas con miras a enfrentar situaciones de choque, que permitan definir acciones concretas para lograr un escenario de producción deseable, considerando que el escenario a 2030 no es positivo, si los factores determinantes continúan con la misma tendencia.

Un total de 49 participantes se hicieron presentes en el Taller de Escenarios – Maíz para Colombia: Visión 2030, llevado a cabo el jueves 30 de agosto de 2018 en la sede principal del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Palmira, Colombia, para contribuir a la construcción de un futuro mejor para el sector maicero colombiano en 2030. Se trató de un grupo diverso de representantes de asociaciones de agricultores, centros nacionales de investigación, universidades, empresas productoras de alimentos balanceados, industrias dedicadas a la producción de carne de pollo, cerdo y res, entre otros actores claves del sector público y privado directamente relacionados con la producción y aprovechamiento del maíz en Colombia.

8.1 ¿Cuál es el futuro del maíz en Colombia?

8.1.1 Situación actual y proyecciones 2030. ¿Hacia dónde vamos?

Para responder a esta interrogante, Javier Mateo-Vega, Director de Alianzas y Comunicaciones del CIAT, realizó una presentación en la que resaltó la alianza del CIAT y el CIMMYT, como centros unidos por el desarrollo del campo colombiano y la situación actual de la producción del cultivo de maíz, destacando la importancia por construir una iniciativa como *Maíz para Colombia*.

En seguida, participó Laura Pasculli, Directora de la Cámara de la Industria de Alimentos Balanceados de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), compartiendo la perspectiva de la industria y el papel del cultivo de maíz para la misma.

Por su parte, Juan Lucas Restrepo, Director Ejecutivo de AGROSAVIA, introdujo a los participantes a la perspectiva gubernamental, invitando a trabajar en equipo para apoyar el maíz como un grano generador de ingresos para familias campesinas.

Después, Jeimar Tapasco, Economista Agrícola Senior del CIAT, presentó los escenarios de cambio climático y el maíz en Colombia, enfatizando en las oportunidades y retos para el sector.

Finalmente, el Dr. Bram Govaerts, Director Global de Desarrollo Estratégico y Representante Regional para las Américas del CIMMYT, dio a conocer el plan estratégico *Maíz para México*, que fue la primera iniciativa de esta naturaleza y con base en la cual se impulsó la de Colombia. Además, expuso el modelo de escenarios realizados por el equipo del CIAT, donde se proyectan a 2030 las variables más relevantes que inciden en el maíz en Colombia. El panorama hacia 2030 dio paso a la segunda parte del evento, considerando que el escenario que se vislumbra en los próximos años no es deseable ni favorable para el sector de este cereal en el país. De ahí que la siguiente actividad en el Taller se enfocó en identificar cuáles son las posibles estrategias que podrían cambiar el rumbo.

8.2 ¿Cómo lograr un futuro mejor? Motores de cambio

La segunda parte de las presentaciones magistrales consistió en el desarrollo de seis presentaciones por parte del Panel de Expertos, para introducir un panorama general de su área de especialización, identificando desde la evidencia de casos de éxito, motores de cambio con oportunidades de mejora de la situación actual y futuro del maíz en Colombia.

Cada uno de los expertos presentó el contexto y la problemática del tema en cuestión; alternativas de solución, basado en factores clave de los casos de éxito que existen y retos de implementación que requiere Colombia, para así adoptar aquellos factores que pueden ayudar a construir un mejor futuro para el sector.

Las presentaciones del Panel de Expertos, sentaron las bases para las discusiones en las dinámicas que siguieron en las mesas de trabajo durante la última etapa del taller. A continuación, el orden en que los expertos presentaron sus respectivos temas:

Panel de Expertos de Maíz para Colombia	
 Adopción de semilla mejorada	MOTOR 1 Carlos Galeano <i>Investigador Ph.D.</i> Red de Raíces y Tubérculos, AGROSAVIA
 Poscosecha y nutrición	MOTOR 2 Marilia Nutti <i>Directora Regional Latinoamérica y el Caribe</i> HarvestPlus
 Agricultura sostenible adaptada al clima	MOTOR 3 Julián Ramírez <i>Científico de Impactos del Clima</i> Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
 Redes de acompañamiento a la innovación	MOTOR 4 Henry Vanegas <i>Gerente General</i> Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE)
 Vinculación de productores al mercado	MOTOR 5 Laura Pasculli <i>Directora</i> Cámara de la Industria de Alimentos Balanceados Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI)
 Infraestructura y desarrollo rural	MOTOR 6 Yadira Peña, <i>Investigadora</i> Dirección de Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)

FIGURA 8.2 PANEL DE EXPERTOS DE MAÍZ PARA COLOMBIA CON SU RESPECTIVO MOTOR

8.3 Mesas de trabajo

Tras las presentaciones de los Expertos, la facilitadora Sophie Álvarez sintetizó los objetivos del plan estratégico *Maíz para Colombia* y resaltó la importancia de la intervención del Panel de Expertos, como un componente clave para sentar las bases de las dos dinámicas que se desarrollaron con el fin de incentivar discusiones, que llevaran al diseño de acciones eficaces para lograr un escenario deseado en 2030 para el maíz en Colombia.

La elaboración de las dinámicas que se detallan más adelante, se basó en la metodología de “un cuarto de guerra”, que resulta de la intersección de cuatro conceptos básicos: pensamiento estratégico; lenguaje como acción; diseño ontológico como generador de posibilidades con valor y respuestas quiebres; y pensamiento sistémico. La metodología consiste en un “espacio físico o virtual donde se diseñan y asignan acciones potentes y eficaces, compartidas por los decisores y alineadas con una estrategia adaptativa. Estas acciones tienen como propósito sobreponerse a las jugadas de otros actores o cambios bruscos en el entorno y avanzar en la construcción de viabilidad política a un proyecto de cambio⁷³”. A través de esta metodología se buscó que las conversaciones no giraran alrededor de procesos tradicionales, sino que se hablara sobre nuevas posibilidades de alto impacto que apunten en la dirección de un nuevo mapa de ruta y resultados esperados en el sector del maíz en los años venideros.

Teniendo esto en mente, en cada una de las mesas se encontraba uno de los expertos del Panel, para guiar las discusiones sobre el tema respectivo. Adicional al experto, cada mesa contó con el apoyo de un relator, empleado del CIAT o el CIMMYT, cuya tarea se centró en diligenciar los formatos, con base en las discusiones, al igual que documentar los temas más relevantes tratados en cada una de las mesas.

Los asistentes al evento fueron asignados a las mesas, asegurándose de que en cada una había representantes de casi todos los sectores presentes. La distribución de los temas por mesa de trabajo y expertos responsables fue la siguiente:

TABLA 8.1 DISTRIBUCIÓN DE MESAS PARA DINÁMICAS

No. Mesa	Tema de la mesa	Responsable
1	Acceso a semilla mejorada	Carlos Galeano
2	Poscosecha y nutrición	Marilia Nutti
3	Agricultura sostenible adaptada al clima	Julián Ramírez
4	Redes de acompañamiento a la innovación	Henry Vanegas
5	Vinculación de productores al mercado	Laura Pasculli
6	Infraestructura y desarrollo rural	Yadira Peña

a. Dinámica 1: Estrategias de Intervención

En la primera dinámica se solicitó a los participantes asumir que cada mesa era un grupo de asesores. Los asesores recibirían una propuesta de estrategia de intervención, para que en la temática particular de cada mesa se hiciera una recomendación sobre su potencial aplicación al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. En todas las mesas se dio a conocer un contexto general previo a las discusiones, para que con base en él se determinaran las decisiones de cada mesa. La problemática general presentada a los participantes fue la siguiente:

73 Diseño de Cuarto de Guerra, Luiz Raúl Mateos, The Graduate School of Political Management, The George Washington University, Julio 2014. Disponible en: <http://andreselias.com/main/wp-content/uploads/2018/10/DISE%C3%91O-DE-UN-CUARTO-DE-GUERRA-LUIS-RAC3%9AL-MATOS.pdf>

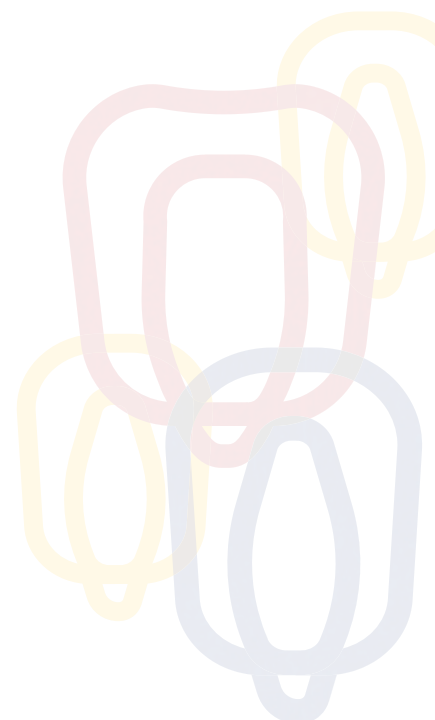
Aunque la producción de maíz aumentó 76% entre 1961 y 2016, la demanda creció a un ritmo más acelerado que la producción. Tan solo en 2016 se importó el 74% de la demanda nacional. De mantenerse dicha tendencia, se espera que la producción crezca alrededor de 6% y la demanda en 9% entre 2018 y 2030. A pesar de esto, Colombia tiene un gran potencial para incrementar la producción de maíz de manera significativa: incrementando la productividad (el rendimiento potencial en muchas áreas es de 10 t/ha); el uso de nuevas áreas disponibles para sembrar maíz; entre otras capacidades.

Además del contexto general compartido, se presentó uno particular al motor de cambio que cada mesa tenía como eje central de discusión. El contexto específico sentó las bases de la discusión para partir de la misma fuente de datos e información, con el propósito de determinar acciones y mejores estrategias para cambiar el rumbo. La primera tarea de cada una de las mesas de “asesores” fue validarla, rechazarla o mejorarla, haciendo recomendaciones respondiendo a las siguientes preguntas:

- a. Resultados esperados: Describa los resultados esperados de la estrategia de intervención, como *“incrementar las capacidades del x% de la población objetivo”* o *“aumentar los rendimientos en un 10%”*;
- b. ¿Quién lidera la estrategia?: Identifique la entidad o entidades que deben impulsar la agenda de la estrategia de intervención en el corto y mediano plazo;
- c. ¿En qué plazo de tiempo se pueden observar resultados?: *Indique los plazos necesarios para que las primeras actividades de la estrategia de intervención tengan lugar y en qué plazo se podrían obtener los resultados*;
- d. ¿Cómo calcularía el presupuesto para esta estrategia?: *Describa conceptos de gasto y montos orientativos con base en su experiencia*;
- e. ¿Por dónde empezar? *Indicar 3 acciones clave en el corto plazo.* Describa las principales acciones que deben llevarse a cabo desde los primeros 6 meses a 1 año de la intervención;
- f. Indicar 3 riesgos a los que se enfrenta esta estrategia.

En cada una de las mesas, el experto se encargó de guiar la discusión del grupo y responder las consultas de los participantes. Los objetivos a 2030 planteados en las fichas discutidas por cada una de las mesas, fueron previamente determinadas con base en retroalimentación del Panel de Expertos. Los objetivos de cada una de las mesas fueron los siguientes:

1. *Acceso a semilla mejorada*: Adopción de semilla híbrida por el 100% de agricultores bajo sistema tecnificado y al menos 10% de agricultores con sistema tradicional para 2030.
2. *Poscosecha y nutrición*: Alcanzar un consumo nacional humano del 50% de maíz blanco biofortificado con alto contenido de zinc para 2030 y aumentar en un 100% la infraestructura logística para el almacenamiento de granos.
3. *Agricultura sostenible adaptada al clima*: Conversión a agricultura sostenible adaptada a la variabilidad y cambio climático en al menos 100 mil hectáreas de cultivo de maíz en 2030.
4. *Redes de acompañamiento a la innovación*: Cobertura de redes de innovación como el estándar de extensionismo y asistencia técnica en al menos 30% en el entorno rural.
5. *Vinculación de productores al mercado*: Incrementar la vinculación para un comercio justo de productores del mercado local, regional y nacional.
6. *Infraestructura y desarrollo rural*: Aumentar la producción de maíz en zonas rurales altamente vulnerables en al menos 15% del área identificada, para 2030.



A continuación, los resultados de cada una de las mesas de discusión.



MOTOR 1: ADOPCIÓN DE SEMILLA MEJORADA



Contexto

El uso de las semillas mejoradas de maíz permite que las cosechas resistan temperaturas elevadas, sequías, plagas y otros estreses bióticos, además de que pueden poseer mayor contenido nutricional, en particular zinc y vitamina A. El rendimiento promedio en Colombia es de 3.6 t/ha, aunque 73% del área cultivada tiene rendimientos por debajo del promedio. Alrededor del 50% del área cultivada pertenece a sistemas tradicionales, con rendimiento promedio de 2 t/ha. En este sentido, un sistema de semillas híbridas y programas de mejoramiento permitiría en sistemas tradicionales y tecnificados mayores rendimientos que den paso a la adaptabilidad en las diversas regiones agroclimáticas.



Objetivo de la estrategia en 2030

Adopción de semilla híbrida por el 100% de agricultores bajo sistemas tecnificados y al menos 10% de agricultores con sistema tradicional.



Resultados esperados

- Adopción de Sistema Tecnificado: 100% de agricultores. Aumentar 20%, el promedio nacional del sector tecnificado para pasar de 5 a 6 toneladas.
- Adopción de Sistema Tradicional: 10% del sector tradicional con el 50% con semilla mejorada o seleccionada. Pasar de 2 a 3 toneladas con el uso de variedades mejoradas.



¿Quién lidera la estrategia?

- Alianza sector privado y sector público
- MADR y FENALCE
- Industria
- AGROSAVIA-CIMMYT
- Universidades



¿En qué plazo de tiempo se pueden observar resultados?

- Firma de alianzas - 1 año.
- Para el sector tecnificado: (1) Generación de híbridos - organismos genéticamente modificados (OGM) - 6 meses; (2) Adopción de los primeros híbridos - OGM - 5 años.
- Para el sector tradicional: (1) Generación de híbridos y variedades convencionales - 1 año; (2) Adopción de híbridos convencionales - 5 años.



¿Cómo calcularía el presupuesto para esta estrategia?

- Programas de mejoramiento.
- Estrategias de fomento de vinculación.
- Producción de semilla.



¿Por dónde empezar? Indicar 3 acciones clave en el corto plazo

1. Generación del documento macro con los actores.
2. Consolidación del proyecto.
3. Disponibilidad presupuestal para ejecución del proyecto.



Indicar 3 riesgos a los que se enfrenta esta estrategia

4. Políticas de estado que favorezcan la importación.
5. Fluctuación del mercado.
6. Efectos bióticos y abióticos.



MOTOR 2: POSCOSECHA Y NUTRICIÓN



Contexto

En Colombia, la demanda de maíz blanco se destina principalmente al consumo humano. El consumo anual per cápita es de 30 kg. La deficiencia de zinc en la población colombiana es un problema que afecta al 22% de la población, y en algunos departamentos es superior al 60%. Se está promoviendo la difusión de maíces blancos, tanto sintéticos como híbridos, con alto contenido de zinc como una estrategia para contribuir a la solución del hambre oculta en áreas priorizadas de Colombia. Así mismo, para lograr llevar dicho maíz a los centros de procesamiento y consumo es necesario generar infraestructura que provea las condiciones necesarias.



Objetivo de la estrategia en 2030

Alcanzar un consumo nacional humano del 50% de maíz blanco biofortificado con alto contenido de zinc para 2030 y aumentar en un 100% la infraestructura logística para el almacenamiento de granos.



Resultados esperados

- 80% de la población colombiana conoce de los beneficios de alimentos altos en zinc.
- 50% de la producción de semilla de maíz biofortificado con zinc incrementada.
- 50% de la demanda de maíz blanco con alto zinc utilizada en la producción de alimentos.
- 50% de los agricultores medianos agremiados por zona de producción.
- 50% de centros de acopio ligados a la zona de producción y a la industria.
- 80% de servicios de extensión establecidos para el almacenamiento de granos.



¿Quién lidera la estrategia?

- Ministerio de Salud y Ministerio de Agricultura (a nivel nacional y departamental) con apoyo de instituciones.
- FENALCE e industria, entre otros.



¿En qué plazo de tiempo se pueden observar resultados?

- Producción semilla: resultados en 4 años.
- Consumo y demanda de grano: a partir del 8° año.
- Agremiación y centros de acopio: a partir del 5° año.
- Servicios de extensión: a partir del 2° año.



¿Cómo calcularía el presupuesto para esta estrategia?

(Sin registro del relator)



¿Por dónde empezar? Indicar 3 acciones clave en el corto plazo

1. Trabajo con la industria de alimentos.
2. Trabajo con las empresas semilleras.
3. Mercadotecnia con el consumidor.
4. Mapeo de las zonas de críticas para la implementación de la infraestructura.
5. Desarrollo de capacidades y extensión de tecnologías de almacenamiento.
6. Expansión del alcance de los entes de regulación.



Indicar 3 riesgos a los que se enfrenta esta estrategia

- 1.a. Trazabilidad (Cadena de custodia).
- 1.b. Disponibilidad de grano para satisfacer la demanda.
- 1.c. Competitividad de precios.
- 2.a. Incumplimiento de buenas prácticas de almacenamiento.
- 2.b. Desvinculación con el mercado.
- 2.c. Competitividad de precios e infraestructura de transporte.



MOTOR 3: AGRICULTURA SOSTENIBLE ADAPTADA AL CLIMA



Contexto

Las proyecciones del cambio climático indican que para 2030 habrá un aumento general de la temperatura en todo el país (con mayor intensidad en el sur). Además, arrojan un incremento en tasas de precipitación anual, principalmente en las regiones central y oriental y una reducción en las regiones Caribe y amazónica. La producción de maíz, y especialmente aquella de pequeña escala, sufre de altas brechas en rendimiento y alta sensibilidad a la variabilidad climática. En promedio, las brechas de rendimiento se estiman en 2 t/ha, con algunas áreas llegando hasta 4-5 t/ha. Los impactos por variabilidad climática se estiman en 168 mil millones de pesos anuales. Por lo tanto, en ausencia de adaptación y mitigación, se esperan grandes retos para el sector maicero colombiano ante el cambio climático. Dentro de los impactos más importantes, destacan reducciones en áreas cosechadas y aptas para cultivar maíz, y decrementos en la productividad. Estos impactos solo podrán atenderse a través del desarrollo de sistemas climáticos inteligentes que consideren programas de semillas adaptadas al clima, sistemas de información climática, tecnificación de riego y mejores prácticas de agricultura de conservación.



Objetivo de la estrategia en 2030

Conversión a agricultura sostenible adaptada a la variabilidad y cambio climático en al menos 100 mil hectáreas de cultivo de maíz en 2030.



Resultados esperados

- Incrementar a 6.5 t/ha el rendimiento promedio en parcelas que adoptan tecnologías para una agricultura sostenible adaptada al clima, incluyendo agricultura de conservación y reducción de riesgos climáticos.
- Desarrollar sistemas productivos de maíz adaptados al clima en el 100% del área de sistemas tecnificados.
- Incrementar en al menos 30% el uso eficiente de fertilizantes nitrogenados, medido en toneladas de grano producido por unidad de nitrógeno aplicada.
- Instalar en al menos el 30% del área del sistema tecnificado una central de maquinaria.



¿Quién lidera la estrategia?

- CIAT
- FENALCE
- AGROSAVIA
- Otros: gremios, universidades públicas y asesores.
- Ministerio de Salud y Ministerio de Agricultura (a nivel nacional y departamental) con apoyo de instituciones.
- FENALCE e industria, entre otros.



¿En qué plazo de tiempo se pueden observar resultados?

- Investigación: 6-8 años.
- Extensión: 2 años.
- Políticas: 5 años.



¿Cómo calcularía el presupuesto para esta estrategia?

(Sin registro del relator).



¿Por dónde empezar? Indicar 3 acciones clave en el corto plazo

1. Recolectar información desarrollada en investigación y hacer un estudio socioeconómico.
2. Identificar áreas y tecnologías con las que se va a trabajar y realizar un diagnóstico.
3. Adopción de materiales y plataformas como Aclímate Colombia-Pronósticos.
4. Vincular líderes por sectores.
5. Socializar la política de extensión.



Indicar 3 riesgos a los que se enfrenta esta estrategia

1. Mercado (importaciones).
2. Desinterés por parte del Estado.
3. Aplicación de políticas.
4. Choque competitivo en investigación con el desarrollo de transgénicos.



MOTOR 4: REDES DE ACOMPAÑAMIENTO A LA INNOVACIÓN



Contexto

El extensionismo es una práctica en donde profesionales en el sector agrícola (extensionistas) promueven y favorecen la innovación y transferencia de conocimiento en el entorno rural. La creación de redes de extensionistas propicia que las regiones aumenten sus capacidades y aprendan a recurrir a técnicas de vanguardia para sus cultivos. Mediante las interacciones, el extensionismo mejora el nivel de innovación y genera mayores rendimientos en comparación con redes en las que solo existen vínculos entre productores. Un ejemplo de extensionismo y eficiencia en adopción de tecnología son las 427 mil hectáreas de maíz sembrada en zona cafetera entre 2003 y 2011, donde la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), FENALCE y CIMMYT unieron esfuerzos para conseguir este objetivo.



Objetivo de la estrategia en 2030

Cobertura de redes de innovación como el estándar de extensionismo y asistencia técnica en al menos 30% en el entorno rural.



Resultados esperados

- Reglamentación de la Ley 1876 de 2017: ley que obliga a que en las entidades que llevan a cabo acciones en el campo se articulen entre sí.
- Implementar plataformas tecnológicas y sistematizar el contenido de las instituciones, para llegar a los extensionistas y optimizar la transferencia de tecnología.



¿Quién lidera la estrategia?

- La extensión rural en Colombia dirigida por el gremio líder en el sector del maíz.
- Asociaciones de investigación para el desarrollo y comercialización de productos.
- Universidades.



¿En qué plazo de tiempo se pueden observar resultados?

(Sin registro del relator)



¿Cómo calcularía el presupuesto para esta estrategia?

(Sin registro del relator)



¿Por dónde empezar? Indicar 3 acciones clave en el corto plazo

1. Identificar y categorizar las asociaciones de productores activas por regiones constituiría una estrategia adecuada.
2. Estrategia de transferencia tecnológica Productor Innovador Local (PILO), alguien en constante búsqueda de mejorar su cultivo y su finca, mediante tecnologías adecuadas.
3. Complementar con capacitación en captura, almacenamiento y disseminación de la información, para fortalecer el trabajo del extensionista.



Indicar 3 riesgos a los que se enfrenta esta estrategia

1. Implementación de la ley con enfoque territorial.
2. Gestión de recursos.



MOTOR 5: VINCULACIÓN DE PRODUCTORES AL MERCADO



Contexto

Las importaciones de maíz en Colombia se han incrementado de forma rápida como consecuencia del aumento en la demanda nacional. En el caso de maíz amarillo, en 2016 el consumo ascendió a 5.3 Mt, el cual se cubrió en un 81% con importaciones principalmente provenientes de los Estados Unidos (EE.UU.), Argentina y Brasil. Con el Tratado de Libre Comercio entre Colombia y EE.UU. firmado en 2006 e implementado en 2012, se espera para 2022 una importación de maíz de 3.4 Mt con un arancel del 2.1%. A partir de 2023, se eliminará el arancel. Por lo tanto, se requiere incrementar la rentabilidad del cultivo de maíz en Colombia, para volver suficiente y competitivo el maíz producido en el país, al tiempo que incentivar el desarrollo de mercados a nivel nacional, regional y local.



Objetivo de la estrategia en 2030

Incrementar la vinculación para un comercio justo de productores del mercado local, regional y nacional.



Resultados esperados

- Creación de un mercado local de maíz sostenible para todas las partes involucradas.



¿Quién lidera la estrategia?

- Ente independiente que reúna: sector privado, representantes del gobierno, industria, productores e investigadores y sea liderado inicialmente por CIMMYT.



¿En qué plazo de tiempo se pueden observar resultados?

- 4 años.



¿Cómo calcularía el presupuesto para esta estrategia?

- Aseguramiento.
- Crédito.



¿Por dónde empezar? Indicar 3 acciones clave en el corto plazo

1. Modelo de desarrollo de agricultura por contrato.
2. Garantía de usufructo de la tierra.
3. Obras por impuestos.



Indicar 3 riesgos a los que se enfrenta esta estrategia

1. Seguridad jurídica.
2. Resistencia al cambio.
3. Que no haya sostenibilidad del negocio.
4. Garantía de cumplimiento.



MOTOR 6: INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO RURAL



Contexto

La situación actual de Colombia, ante los Acuerdos de Paz, ofrece la oportunidad para atender a 344 municipios priorizados donde el cultivo de maíz juega un rol importante en el sistema de producción en asociación con otros cereales, cacao o café. Las principales soluciones planteadas, como parte de la Reforma Rural Integral de los Acuerdos de Paz, contemplan una transformación estructural a nivel de producción agropecuaria, usos del suelo, infraestructura y sustitución de cultivos ilícitos. El reto al que se enfrenta el país es, por un lado, desarrollar las acciones y estrategias para la implementación de tales cambios para impulsar la productividad agrícola sostenible. Por otro lado, desarrollar infraestructura de comunicaciones y transporte; almacenamiento, entre otros, para conectar las zonas productoras de maíz con los mercados regionales y nacionales.



Objetivo de la estrategia en 2030

Aumentar la producción de maíz en zonas rurales altamente vulnerables en al menos 15% del área identificada para 2030.



Resultados esperados

- Producción para autoconsumo y seguridad alimentaria.
- Generación de productos procesados locales para adicionar valor agregado y acortar la brecha al mercado.



¿Quién lidera la estrategia?

- Entidades regionales.
- Ministerio de Agricultura a través de las secretarías municipales.



¿En qué plazo de tiempo se pueden observar resultados?

- Se espera realizar las actividades en un lapso de 10-12 años.



¿Cómo calcularía el presupuesto para esta estrategia?

- Desarrollo infraestructura vial y almacenaje.
- Insumos – capacitación y extensión.
- Infraestructura para poscosecha y procesamiento.
- Costos de intermediación y comercialización.



¿Por dónde empezar? Indicar 3 acciones clave en el corto plazo

1. Transferencia de tecnología.
2. Asistencia técnica agropecuaria y poscosecha.
3. Asistencia técnica pecuaria y porcina.
4. Identificar ventajas de infraestructura con vías transitables, para las zonas más alejadas de los centros de consumo y acopio.
5. Mejorar la presencia de entidades de control.



Indicar 3 riesgos a los que se enfrenta esta estrategia

1. Falta de confianza en los productores para adoptar el cultivo y de las políticas del gobierno.
2. Incertidumbre de los mercados. Cómo reemplazar un cultivo tan altamente rentable como los ilícitos.
3. Falta de viabilidad mercados/comercialización – acceso a mercados. Análisis de competitividad del cultivo errados, para mercados internacionales.

b. Dinámica 2: Escenario de choque. ¿Qué hacer con una situación de crisis?

El objetivo de la segunda dinámica fue diseñar posibles respuestas sectoriales ante un eventual escenario de choque. De la misma manera que la primera dinámica, esta actividad se basó en la metodología de cuarto de guerra, mediante la simulación de una potencial acción disruptiva que pudiera impactar la producción de maíz nacional. El objetivo era sorprender a los participantes y dar un giro de 180 grados a las discusiones que hasta ese momento habían tenido lugar.

El escenario de choque presentado fue el siguiente:

En el marco de los Acuerdos de Paz, una de las áreas de mayor importancia es el desarrollo rural con el objetivo de mejorar las condiciones de los habitantes rurales afectados por el conflicto armado, a través de iniciativas de gran escala para la reconstrucción de sus comunidades y el aumento de la competitividad y productividad agrícola del país. Debemos recordar que el Gobierno Nacional estimó que el costo de la implementación de los acuerdos de paz en los próximos 15 años sería de \$129.5 billones. De esta cifra, un total \$110 billones se tendrán que invertir en la reforma rural integral.

El gobierno de Iván Duque ha anunciado una serie de acciones para impulsar el desarrollo integral del país y en particular del sector agrícola. El Banco Mundial ha ofrecido apoyar al nuevo gobierno con un préstamo de \$2 billones de pesos anuales para los siguientes 3 años en el marco de los Acuerdos de Paz para el desarrollo rural. De dicho presupuesto, \$1 billón de

pesos anuales (50%) se ha destinado para la implementación de acciones enfocadas en el cultivo de maíz, en particular para estrategias de modernización del campo que incentiven la productividad con la apropiación de nuevas tecnologías e innovaciones.

El gabinete del presidente Duque ha solicitado a sus asesores su recomendación, para aceptar la oferta del banco y preparar una propuesta en la que se identifiquen acciones prioritarias en las que se enfocaría el presupuesto otorgado por el Banco Mundial.

Opciones de acciones prioritarias posibles:

- A. Programa de mejoramiento de semillas mejoradas.
- B. Programa de inversión en agricultura de precisión y tecnificación del riego.
- C. Sistematización de una red de extensionismo a nivel nacional.
- D. Programa de vinculación de productores a mercados regionales y nacionales.
- E. Programa de biofortificación de semillas para el cultivo de maíz.

Ante esta situación, el presidente de Colombia tiene 24 horas para responder a la solicitud de la presidencia, ¿el Gobierno debe aceptar la aportación del Banco Mundial? Si es el caso, ¿cómo y con qué prioridad se debería destinar el presupuesto a las acciones propuestas?

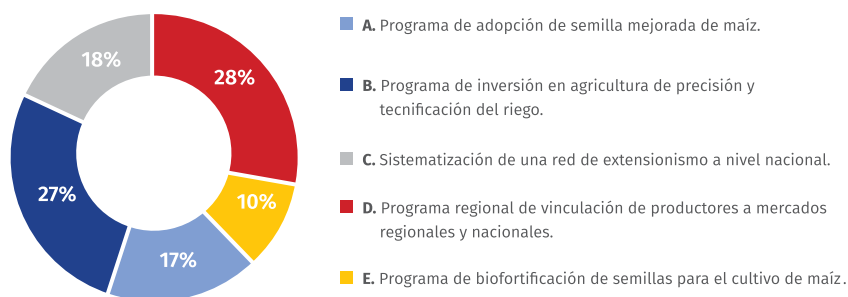
Se le entregó un archivo de Excel a cada mesa, para contestar a la petición.

TABLA 8.2 DISTRIBUCIÓN DEL PRESUPUESTO PROPUESTA PARA CADA MESA

Institución validadora	Presupuesto
A. Programa de adopción de semilla mejorada de maíz.	\$
B. Programa de inversión en agricultura de precisión y tecnificación del riego.	\$
C. Sistematización de una red de extensionismo a nivel nacional.	\$
D. Programa regional de vinculación de productores a mercados regionales y nacionales.	\$
E. Programa de biofortificación de semillas para el cultivo de maíz.	\$
TOTAL	\$1,000,000,000,000 pesos colombianos

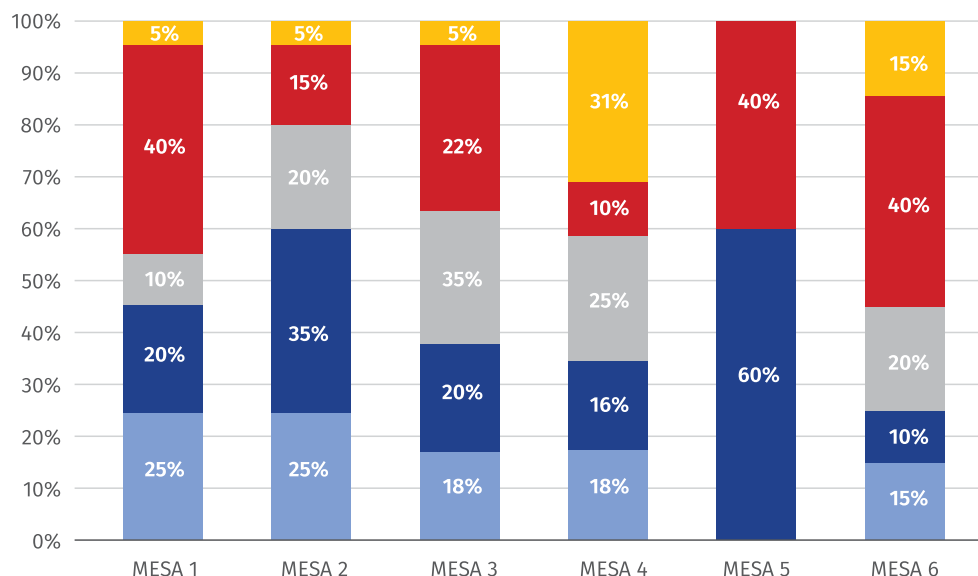
Una vez obtenido y analizado el contenido de las tablas de distribución del presupuesto de cada mesa, los resultados fueron dados a conocer a todos los asistentes al Taller. En términos agregados, el rubro que tuvo mayor presupuesto fue el Programa regional de vinculación de productores a mercados regionales y nacionales, con 28%, seguido por la Programa de inversión en agricultura de precisión y tecnificación del riego, con 27%.

La Gráfica 8.1 muestra la distribución porcentual (agregada de todas las mesas) del ofrecimiento del Banco Mundial, para cada uno de los rubros:



GRÁFICA 8.1 ASIGNACIÓN PORCENTUAL DEL PRESUPUESTO A ACCIONES PRIORITARIAS, POR RUBRO

Cabe destacar que, aunque la tabla de distribución del presupuesto fue la misma para todas las mesas, la asignación presupuestal entre estas fue muy disímil: las mesas 3 y 4 fueron las únicas que asignaron presupuesto, para otorgar ingresos adicionales con miras a mitigar el aumento de precios. La mesa 6 estipuló la mayor parte del presupuesto a la sistematización de una red de extensionismo a nivel nacional. Las mesas 1 y 7 tuvieron un comportamiento similar, al distribuir el presupuesto entre todas las opciones (con excepción del concepto A, Ingreso adicional para mitigar el aumento de precios). Por último, las mesas 2 y 5 solo destinaron presupuesto a tres opciones, asignando la misma proporción a cada una de ellas. Las siguientes gráficas muestran la distribución del presupuesto de cada una de las mesas.



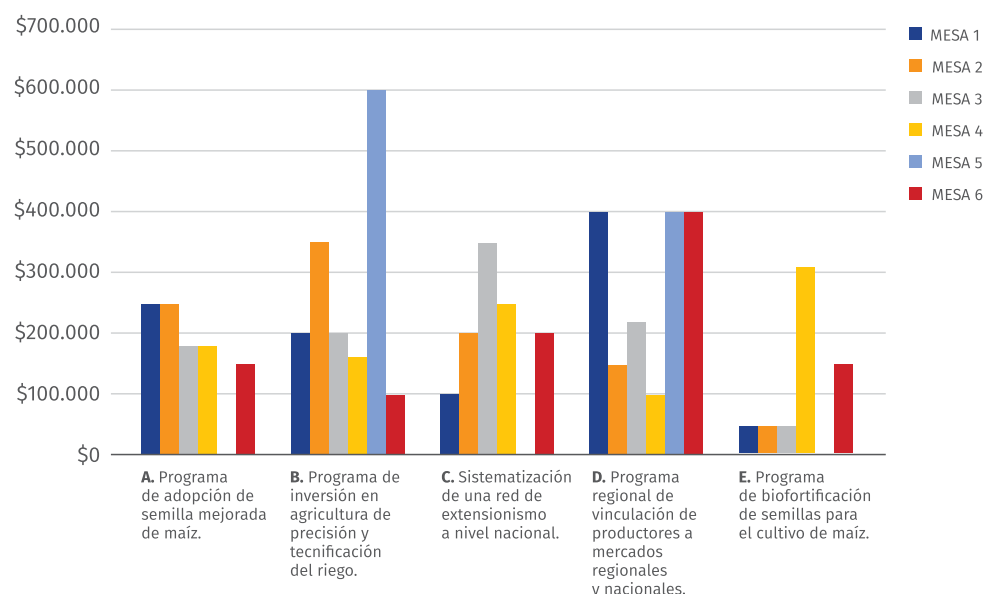
GRÁFICA 8.2 ASIGNACIÓN PORCENTUAL DEL PRESUPUESTO A ACCIONES PRIORITARIAS, POR RUBRO

- A. Programa de adopción de semilla mejorada de maíz.
- B. Programa de inversión en agricultura de precisión y tecnificación del riego.
- C. Sistematización de una red de extensionismo a nivel nacional.
- D. Programa regional de vinculación de productores a mercados regionales y nacionales.
- E. Programa de biofortificación de semillas para el cultivo de maíz.



Como se mencionó en el agregado, la estrategia con mayor presupuesto asignado fue el Programa regional de vinculación de productores a mercados regionales y nacionales, seguido por el Programa de inversión en agricultura de precisión y tecnificación del riego. En tercer lugar, la Sistematización de una red de extensionismo a nivel nacional. No obstante, a partir de la Gráfica 8.3 se puede observar que las preferencias cambian por mesa. Tal es el caso de la mesa 5, que trabajó el tema de infraestructura y desarrollo rural y que, si bien asignó el 60% de su presupuesto a sistematización de una red de extensionismo a nivel nacional, designó el 40% restante de su presupuesto al Programa de biofortificación de semillas para el cultivo de maíz. Mientras tanto, la mesa 3 de cambio climático, por ejemplo, le dio mayor importancia a un programa de extensionismo.

GRÁFICA 8.3 ASIGNACIÓN DEL PRESUPUESTO A ACCIONES PRIORITARIAS, POR MESA (MMDP)



Encuesta del Taller de Escenarios

Como parte de las actividades del taller, se solicitó a los participantes diligenciar la encuesta referida en la Figura 8.3, para identificar los principales riesgos que se consideran en el sector agroalimentario, para aumentar la producción del maíz en Colombia. En primer lugar, la encuesta permitió conocer que en el taller participaron en un 44% representantes del sector de investigación, en un 39% del sector privado y en un 6% participantes del sector público.

FIGURA 8.3 ENCUESTA DE RIESGOS REALIZADA A LOS PARTICIPANTES DEL TALLER DE ESCENARIOS



Sede principal del CIAT
Kilómetro 17 Recta Cali-Palmira
Teléfono +5724450000
Extensión 3025
Correo electrónico: CIMMYT-Maize-for-Colombia@cgiar.org



ENCUESTA SOBRE PRINCIPALES RIESGOS EN 2030

Las respuestas serán utilizadas para mostrar los resultados generales al final del taller.

Objetivo: Identificar los principales riesgos para el maíz en Colombia

1. Marque con una cruz el sector al cual pertenece:

- | | |
|---|--|
| ☐ Productores agrícolas | ☐ Asociaciones del sector |
| ☐ Productores pecuarios | ☐ Gobierno |
| ☐ Sector financiero | ☐ Investigación |
| ☐ Proveedores de insumos | ☐ Otros, especifique: _____ |

2. Identifique los 5 riesgos más significativos a los que Ud. considera se enfrentará el sector maíz en 2030, numerándolos del 1 al 5. Asigne por favor el numeral 1 al mayor riesgo y 5 al menor de entre las opciones elegidas.

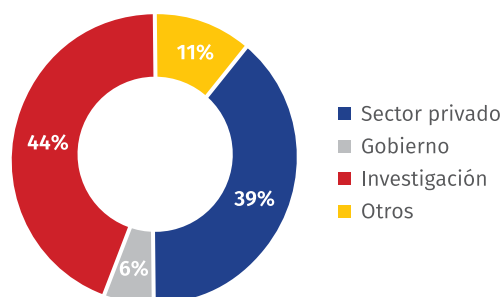
- | | |
|--|--|
| ☐ Mercado: inestabilidad, incertidumbre de precios, volatilidad ante creciente demanda | ☐ Escasez de Agua |
| ☐ Falta de inclusión, no alineamiento con las demandas del sector | ☐ Desarrollo de mercados específicos: especialización en productos |
| ☐ Falta de visión a largo plazo (capacitación de los tomadores de decisiones) | ☐ Encarecimiento o escasez de insumos (inestabilidad social y económica) |
| ☐ Ineficiencia del gasto público: gran % del presupuesto público implementado sin objetivos claros o mal invertidos. | ☐ Monopolización del mercado |
| ☐ Falta de acceso a conocimiento: desarrollo capacidades capital humano (especialistas, técnicos capaces, investigadores) | ☐ Presión demográfica: demanda creciente que excede la capacidad de producción |
| ☐ Plagas y enfermedades en el cultivo | ☐ Seguridad y crimen organizado |
| ☐ Agotamiento de la tierra, degradación del suelo | ☐ Relevo generacional |
| ☐ Cambio climático: cambio de temperaturas | ☐ Resistencia al cambio, falta de adaptabilidad (a todos los niveles, institucional, técnica, del productor, etc) |

3. Identifique las 3 instituciones o actores que Ud. considera tienen la mayor capacidad de enfrentar o mitigar con éxito dichos riesgos, numerándolos del 1 al 3. Asigne por favor el numeral 1 a la mayor capacidad y 3 a la menor de entre las opciones elegidas.

- | | |
|--|---|
| ☐ Ministerio de Agricultura | ☐ Sociedad Civil en general |
| ☐ Gobierno Federal | ☐ Universidades y Centros de Investigación |
| ☐ Gobiernos Estatales | ☐ Ejército |
| ☐ Asociaciones de empresas y productores del sector agroalimentario | ☐ Instituciones multilaterales (Naciones Unidas, Banco Mundial, etc) |



**GRÁFICA 8.4 PARTICIPANTES
EN EL TALLER DE ESCENARIOS
POR SECTOR**

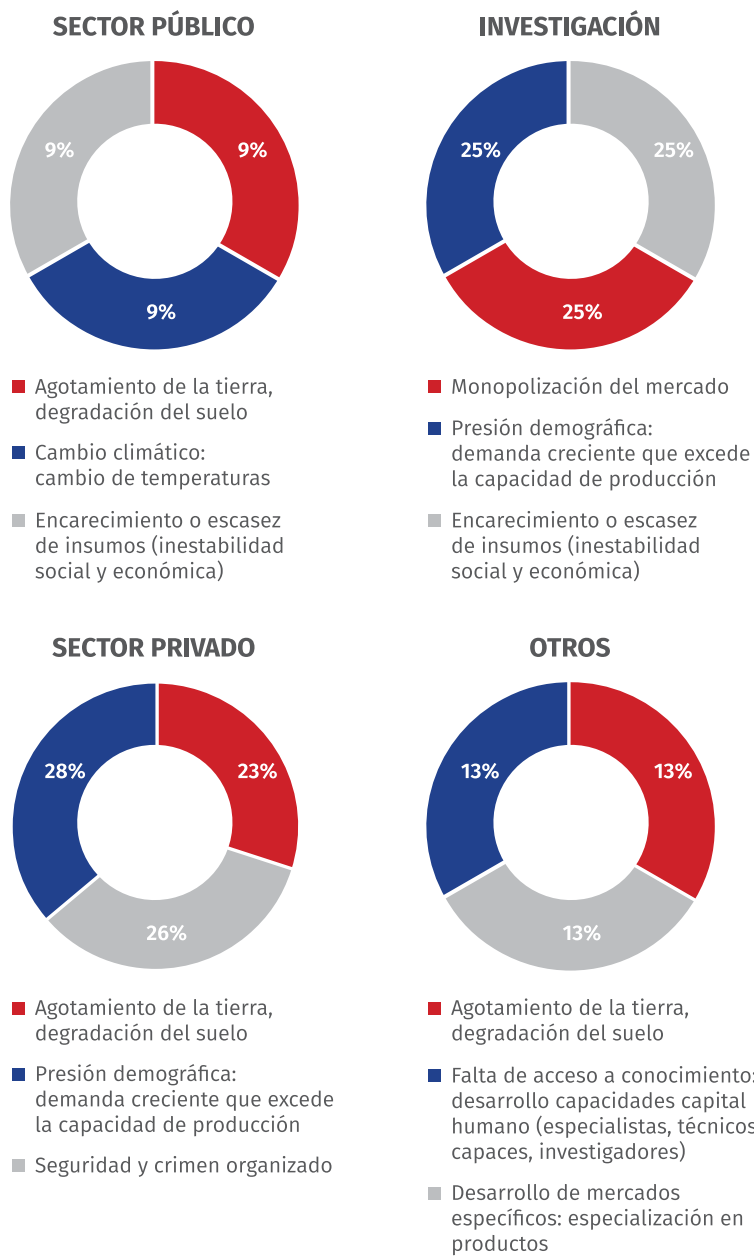


Los resultados de la encuesta de riesgos arrojaron un puntaje otorgado por cada participante a los 5 riesgos más significativos, de acuerdo con su visión del sector. Cada participante asignó el número 1 al riesgo más importante y el 5 al riesgo menor, entre sus opciones seleccionadas. Los riesgos fueron ponderados en la Tabla 8.5 y los principales fueron identificados a partir de los resultados de la encuesta fueron (1) Falta de visión a largo plazo en el gobierno o bien en los tomadores de decisiones; (2) por empate, las condiciones de un mercado volátil: inestabilidad, incertidumbre de precios, volatilidad ante creciente demanda; y (3) ineficiencia en el uso del gasto público, es decir, un porcentaje significativo del presupuesto destinado sin un objetivo claro o simplemente mal invertido. Sin embargo, el riesgo de incertidumbre del mercado fue seleccionado por el mayor número de personas en el Taller.

**TABLA 8.3 TOP 10 DE RIESGOS
IDENTIFICADOS PARA LA
PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN
COLOMBIA**

Ranquin	Riesgos / Amenazas	Temática	Total de Puntos	Total de personas que lo incluyeron en su Top 5
1	Falta de visión a largo plazo (capacitación de los tomadores de decisiones)	Capacidades	13	24
2	Mercado: inestabilidad, incertidumbre de precios, volatilidad ante creciente demanda	Mercados	10	28
3	Ineficiencia del gasto público: gran % del presupuesto público implementado sin objetivos claros o mal invertidos.	Políticas públicas	10	12
4	Cambio climático: cambio de temperaturas	Medio ambiente	8	21
5	Falta de inclusión, no alineamiento con las demandas del sector	Mercados	5	11
6	Falta de acceso a conocimiento: desarrollo de capacidades y capital humano (especialistas, técnicos capaces, investigadores)	Capacidades	5	13
7	Encarecimiento o escasez de insumos (inestabilidad social y económica)	Mercados	3	9
8	Relevo generacional	Socio-económico y cultural	2	11
9	Resistencia al cambio, falta de adaptabilidad (a todos los niveles, institucional, técnica, del productor, etc.)	Capacidades	2	15
10	Plagas y enfermedades en el cultivo	Medio ambiente	1	6

GRÁFICA 8.5 TOP 3 DE RIESGOS POR SECTOR



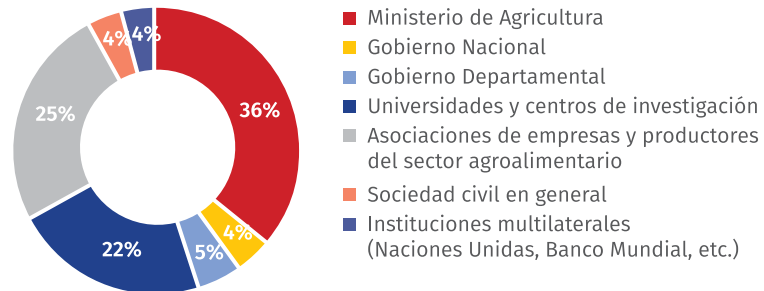
Por otro lado, si se analizan los riesgos seleccionados por los participantes de acuerdo con el sector al que pertenecen, también se observa que el sector público atribuyó los riesgos de la producción de maíz en Colombia al agotamiento de la tierra y degradación del suelo, al cambio climático y a la inestabilidad social y económica. Por su parte, el sector privado considera que los mayores riesgos en 2030 serán la presión demográfica ante una creciente demanda que excede a la producción, así como la seguridad y el crimen organizado en el país.

Temática	Total de puntos	Porcentaje del total (%)
Capacidades	20	33%
Mercados	19	32%
Políticas públicas	10	17%
Medio ambiente	9	15%
Socio-económico y cultural	2	3%

TABLA 8.4 PUNTAJE DE 16 RIESGOS POR CATEGORÍAS

Una vez identificados los riesgos por sector y por categorías temáticas, de las cuales se destacaron principalmente las capacidades existentes y los mercados, sumando un 65% del puntaje otorgado, se realizó un análisis sobre los resultados referentes a quiénes se considera que son los actores responsables de mitigar los riesgos identificados hacia el futuro. De este análisis, impulsar la producción de maíz fue reconocida como una responsabilidad del Ministerio de Agricultura de Colombia con un 36%, así como del Gobierno Nacional, con un 25%, sumando el 61% de los participantes del Taller de Escenarios 2030.

GRÁFICA 8.6 ¿QUIÉN DEBE MITIGAR EL RIESGO?



Lista de Asistencia de Participantes del Taller de Escenarios

No.	Nombre	Organización	Cargo
1	Leonardo Alberto Ariza	Asociación Colombiana de Semillas y Biotecnología	Gerente General
2	Magda Liliana Murcia	Asociación Colombiana de Semillas y Biotecnología	Directora Técnica
3	José Jaime Tapia	AGROSAVIA	Investigador Master
4	Julio Ramírez Durán	AGROSAVIA	Jefe Departamento de Semillas
5	Luis Fernando Chávez	AGROSAVIA	Investigador PhD
6	Manuel Alejandro Guzmán	AGROSAVIA	Investigador PhD
7	Sergio Mejía	AGROSAVIA	Investigador PhD
8	Juan Lucas Restrepo	AGROSAVIA	Director Ejecutivo
9	Carlos Galeano	AGROSAVIA	Investigador
10	Eduardo Graterol	Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego - FLAR	Director Ejecutivo
11	Helder Yecit Girón	Instituto Colombiano Agropecuario - ICA	Gerente (E)
12	Miguel Lengua Linares	Maxi Semillas SAS	Gerente
13	José Joaquín Marulanda	Semillas Valle SA	Gerente de Investigación
14	Ever Andrés Vargas	Universidad Nacional de Colombia	Fitomejorador
15	Carolina González	HarvestPlus	Directora Adjunta HarvestPlus LAC
16	Luz Adriana Jiménez	HarvestPlus	Analista de Mercados
17	Meike Andersson	HarvestPlus	Especialista en Desarrollo de Productos
18	Deissy Martínez Barón	CIAT	Coordinadora Regional para América Latina
19	Wietske Kropff	CIAT	Coordinadora - Agricultura Digital
20	Javier Crespo	Banco Agrario de Colombia	Coordinador de Gremios
21	Napoleón Viveros	Casa Toro	Gerente
22	Carolina Navarrete	CIAT	Directora Regional para América Latina y el Caribe
23	Yadira Peña	Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios - UPRA	Profesional Especializado
24	Javier Mateo-Vega	CIAT	Director, Alianzas y Comunicaciones
25	Henry Eduardo Vargas	FENALCE	Director, Departamento de Investigaciones Económicas
26	Henry Vanegas	FENALCE	Gerente General
27	José Ever Vargas Sánchez	FENALCE	Fitomejorador
28	Marilía Nutti	HarvestPlus	Directora Regional Latinoamérica y el Caribe
29	Jeimar Tapasco	CIAT	Economista Agrícola Senior
30	Steve Prager	CIAT	Científico Senior
31	Daniel Jiménez	CIAT	Científico de Datos
32	Natalia Palacios	CIMMYT	Especialista en Nutrición
33	Anna Camila Nader	Semillas Valle S.A.	Fitomejoradora
34	Julio González	CONTEGRAL	Gerente de Negocios Internacionales
35	Ricardo Mejía	CONTEGRAL	Gerente de Agricultura
36	Yeiro Muñoz	Alimentos Polar	Gerente de Logística
37	Elizabeth Castañeda	Alimentos Polar	Gerente Técnica
38	Juan Pablo Estrada	PorkColombia Asoporcultores	Asesor de Materias Primas
39	Clara Esperanza León	AGROSAVIA	Gestora de Innovación Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales
40	Eduardo Barragán	AGROSAVIA	Investigador PhD
41	Heriberto Guerrero	Semillas Guerrero Asociados	Gerente
42	Augusto Castro	CIAT	Investigador
43	Juan Guillermo Jaramillo	Solla S.A.	Vicepresidente Compras y Logística
44	Ana Jael Villa	Solla S.A.	
45	Laura Pasculli	ANDI	Directora de la Cámara de la Industria de Alimentos Balanceados
46	Luis Narro	CIMMYT	Consultor Científico CIMMYT – Colombia.
47	Wilson Celemín	CIAT	Analista Administrativo
48	Bram Govaerts	CIMMYT	Director Global de Desarrollo Estratégico y Representante Regional para las Américas



ISBN: 978-958-694-221-8



9 789586 194221

